

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-342963

(43)Date of publication of application : 29.11.2002

(51)Int.Cl.

G11B 7/095

(21)Application number : 2001-147877

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 17.05.2001

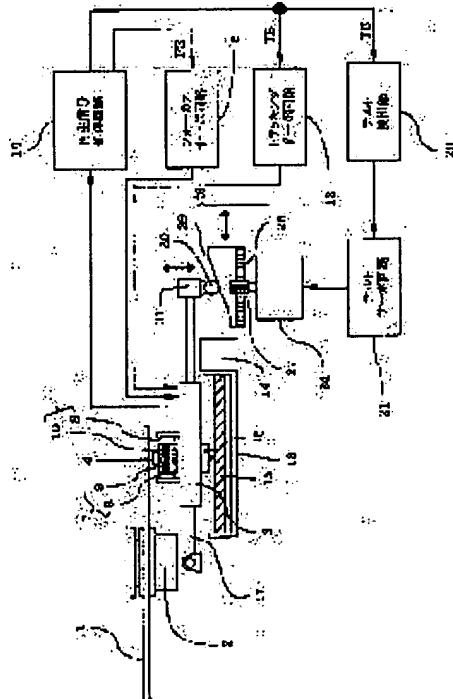
(72)Inventor : MASAKI KIYOSHI  
SHIRAGAMI KAZUHARU  
MORITA KATSUMI

## (54) OPTICAL DISK DEVICE AND ITS CONTROL METHOD

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical disk device that can accurately detect the tilt of the recording face of an optical disk with respect to the optical axis of a light beam through reproducing signals using an optical pickup, without installing a special detector like a tilt sensor, and that can control such tilt of the recording face at an optimum angle.

SOLUTION: The optical disk device is provided with a measuring means 20 that measures the amplitude of reproducing signals while a relative tilt (tilt quantity) of the recording face of an optical disk 1 to a light beam is varied at a prescribed step angle centering around a reference angle, a calculating means that approximates the relation between the tilt quantity and the amplitude of the reproducing signals to a secondary function by the method of least square to obtain, as the calculation result, the optimum tilt quantity maximizing the amplitude of the reproducing signals, and a means that discriminates the calculation result as normal/abnormal. If the calculation result is abnormal, the reference angle is shifted by prescribed steps, and resetting, remeasurement and recalculation are performed.



---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 20.02.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

\* NOTICES \*

JPO and NCIFI are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

#### [0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the tilt control which controls the relative inclination of especially the recording surface of an optical disk and a light beam about the optical disk unit which irradiates a light beam and performs informational record and playback to an optical disk, and its control approach.

#### [0002]

[Description of the Prior Art] The means which carries out record playback of the mass data takes in recent years, and the optical disk unit which can be recorded or reproduced with higher recording density is demanded. In order to realize the optical disk unit of high density record, it is necessary to control the inclination (the amount of tilts) of the recording surface of an optical disk to the optical axis of a light beam at the optimal include angle. When the inclination (the amount of tilts) of the recording surface of an optical disk to the optical axis of a light beam is not maintained at the optimal include angle, it is difficult to read correctly the data which the optical spot at the time of converging a light beam had aberration in the optical disk, and were recorded on high density, or to record a quality signal by high density. However, since the substrate of an optical disk generally fabricates a resin ingredient and is constituted, it produces curvature according to the strain at the time of shaping, a state of preservation, etc. in many cases. Some approaches are proposed from the former as an approach of controlling the inclination (the amount of tilts) of the optical axis of a light beam to the recording surface of an optical disk which has such curvature.

[0003] For example, in JP,2-72414,U, JP,7-272300,A, JP,10-308023,A, etc., the so-called tilt sensor which consisted of photo detectors used as the light emitting device 2 \*\*\*\*'s is formed on an optical head, this tilt sensor detects the relative inclination of the recording surface of an optical head and an optical disk, and the equipment which controls the inclination of the recording surface of an optical disk to the optical axis of a light beam is proposed, leaning the optical whole head with a drive based on the detecting signal of a tilt sensor. Moreover, a tilt sensor is fixed and formed not on an optical head but on a chassis, and the equipment which amends the amount of tilts in quest of the curvature of an optical disk from the signal detected by these is indicated by JP,10-812564,A.

#### [0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, with the conventional configuration, in order to detect the inclination of the recording surface of an optical disk to the optical axis of a light beam, the tilt sensor of its dedication was used. Therefore, while the tooth space for arranging a tilt sensor was needed, the cost rise which doubled not only a sensor simple substance but the circuit for a drive and the circuit for detection was caused. Moreover, since it is not what detects the relative inclination of the optical axis of a light beam, and the recording surface of an optical disk itself depending on a tilt sensor, the tuning for doubling the detection zero include angle of a tilt sensor and the inclination of the optical axis of a light beam is needed. Since it was difficult to make in agreement the location where a tilt sensor furthermore detects an inclination, and the location of an optical spot, the inclination of the

recording surface of the optical disk in the location of an optical spot could not be detected, either, but the detection error had arisen.

[0005] This invention aims at offering the optical disk unit which can detect correctly using the regenerative signal which read the inclination of the recording surface of an optical disk to the optical axis of a light beam by optical pickup, and can control the inclination of the recording surface of an optical disk to the optical axis of a light beam at the optimal include angle, without being made in view of the above-mentioned technical problem, and forming special detection equipments, such as a tilt sensor.

[0006]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the aforementioned trouble, this invention has the following configurations. The optical pickup which the 1st configuration of this invention converges and irradiates a light beam at the optical disk which has the truck formed in the shape of a spiral, and concentric circular, and performs record or playback of a signal, The photodetector which receives the reflected light from said optical disk, the recording surface of said optical disk, and the regenerative-signal processing section which generates the signal which changes according to the amount of tilts which is the relative inclination of said light beam using the output signal of said photodetector, The tilt setting signal generation section which carries out the sequential output of the command signal which sets said amount of tilts as the value from which plurality differs in the 1st mode, and sets said amount of tilts as the optimal tilt value in the 2nd mode, The tilt drive which carries out adjustable [ of said amount of tilts ] according to the output signal of said tilt setting signal generation section, The regenerative-signal measurement section which measures the output value of said regenerative-signal processing section when driving said tilt drive based on said command signal, and carrying out sequential change of said amount of tilts, It is the optical disk unit characterized by providing the amount operation part of optimal tilts which computes said optimal tilt value based on said amount of tilts changed with said command signal, and the measurement value of said regenerative-signal measurement section.

[0007] Moreover, the optical pickup which the 16th configuration of this invention converges and irradiates a light beam at the optical disk which has the truck formed in the shape of a spiral, and concentric circular, and performs record or playback of a signal, The photodetector which receives the reflected light from said optical disk, the recording surface of said optical disk, and the regenerative-signal processing section which generates the signal which changes according to the amount of tilts which is the relative inclination of said light beam using the output signal of said photodetector, The regenerative-signal measurement section which measures the output value of said regenerative-signal processing section, and the tilt drive which carries out adjustable [ of said amount of tilts ], Are the control approach of the optical disk unit to provide, and the sequential output of the command signal which sets said amount of tilts as the value from which plurality differs is carried out. According to said command signal, drive said tilt drive, and sequential change of said amount of tilts is carried out. The output signal of said regenerative-signal processing section when carrying out sequential change of said amount of tilts is measured. The amount detection step of optimal tilts which computes the optimal tilt value based on said amount of tilts changed with said command signal, and the measurement value of said regenerative-signal measurement section, It is the control approach of the optical disk unit characterized by having the amount setting step of optimal tilts which sets said amount of tilts as said optimal tilt value. Without forming special detection equipments, such as a tilt sensor, the regenerative signal by the optical head can detect correctly the inclination of the recording surface of an optical disk to the optical axis of a light beam, and the inclination of the recording surface of an optical disk to the optical axis of a light beam can be controlled at the optimal include angle.

[0008] The optical pickup which the 2nd configuration of this invention converges and irradiates a light beam at the optical disk which has the truck formed in the shape of a spiral, and concentric circular, and performs record or playback of a signal, The photodetector which receives the reflected light from said optical disk, the recording surface of said optical disk, and the regenerative-signal processing section which generates the signal which changes according to the amount of tilts which is the relative

inclination of said light beam using the output signal of said photodetector, The tilt setting signal generation section which carries out the sequential output of the command signal which sets said amount of tilts as the value from which plurality differs in the 1st mode, and sets said amount of tilts as the optimal tilt value in the 2nd mode, The tilt drive which carries out adjustable [ of said amount of tilts ] according to the output signal of said tilt setting signal generation section, The regenerative-signal measurement section which measures the output value of said regenerative-signal processing section when driving said tilt drive based on said command signal, and carrying out sequential change of said amount of tilts, It is the optical disk unit characterized by providing the amount operation part of optimal tilts which approximates the relation between said amount of tilts changed with said command signal, and the measurement value of said regenerative-signal measurement section to a predetermined function with the least square method, and computes said optimal tilt value based on said function.

[0009] Moreover, the 17th configuration of this invention is the control approach of the optical disk unit the 16th configuration of that it is characterized by approximating the relation between said amount of tilts changed with said command signal and the measurement value of said regenerative-signal measurement section to a predetermined function with the least square method, and computing said optimal tilt value based on said function in said amount detection step of optimal tilts. Thereby, the exact optimal tilt value can be calculated based on the measured value of the slight number. The exact optimal tilt value can be calculated by the small count circuit or short computation time.

[0010] Said optimal tilt value computed by said amount operation part of optimal tilts the 3rd configuration of this invention It judges whether it is over the operation threshold value defined according to the command signal of said tilt setting signal generation section. The tilt value to which the command signal of said tilt setting signal generation section is set by it when said optimal tilt value is over said operation threshold value of the forward direction resets so that only the specified quantity may change in the forward direction. The tilt value to which the command signal of said tilt setting signal generation section is set by it when said optimal tilt value is over said operation threshold value of the negative direction resets so that only the specified quantity may change in the negative direction. The result-of-an-operation judging section which said optimal tilt value makes set said optimal tilt value as said tilt setting signal generation section when said operation threshold value has not exceeded is provided further. When said optimal tilt value computed by said amount operation part of optimal tilts is over said operation threshold value of the forward direction or the negative direction Said tilt setting signal generation section outputs said command signal which reset, and said regenerative-signal measurement section re-measures the output value of said regenerative-signal processing section when carrying out sequential change of said amount of tilts according to said command signal which it reset. And said amount operation part of optimal tilts is the optical disk unit of the 1st characterized by re-computing said optimal tilt value, or the configuration of two.

[0011] The 18th configuration of this invention is set to said amount detection step of optimal tilts. When it judges whether it is over the operation threshold value as which said optimal tilt value is determined according to said command signal and said optimal tilt value is over said operation threshold value of the forward direction The tilt value to which said command signal is set by it resets so that only the specified quantity may change in the forward direction. When said amount detection step of optimal tilts is rerun and said optimal tilt value is over said operation threshold value of the negative direction The tilt value to which said command signal is set by it resets so that only the specified quantity may change in the negative direction. It is the 16th characterized by what said amount detection step of optimal tilts is rerun, and said optimal tilt value performs the amount setting step of optimal tilts for when said operation threshold value has not exceeded, or the control approach of the optical disk unit of the configuration of 17. It has a means to judge the right or wrong of the optimal tilt value, when the optimal tilt values are abnormalities, only a predetermined step can shift and reset a criteria include angle, re-measurement and a re-operation can be performed, and the exact optimal tilt value can be calculated.

[0012] Y is expressed with the secondary function of X when the 4th configuration of this invention sets the measurement value of X and said regenerative-signal measurement section to Y for said amount of

tilts. Said amount operation part of optimal tilts Compute said amount of tilts from which said Y becomes extremal value as an optimal tilt value, and the secondary multiplier of said secondary function performs forward or a negative judgment. In a forward case, the tilt value to which the command signal of said tilt setting signal generation section is set by it resets so that only the specified quantity may change. Have further the result-of-an-operation judging section which makes said tilt setting signal generation section set up said optimal tilt value in a negative case, and when the secondary multiplier of said secondary function is forward Said tilt setting signal generation section outputs said command signal which reset, and said regenerative-signal measurement section re-measures the output value of said regenerative-signal processing section when carrying out sequential change of said amount of tilts according to said command signal which it reset. And said amount operation part of optimal tilts is the optical disk unit of the 1st characterized by what said optimal tilt value is re-computed for, or the configuration of two.

[0013] The 19th configuration of this invention is set to said amount detection step of optimal tilts. Y is expressed with the secondary function of X when the measurement value of X and said regenerative-signal measurement section is set to Y for said amount of tilts. Compute said amount of tilts from which said Y becomes extremal value as an optimal tilt value, and the secondary multiplier of said secondary function performs forward or a negative judgment. The tilt value to which said command signal is set by it when the secondary multiplier of said secondary function is forward resets so that only the specified quantity may change. It is the 16th characterized by what said amount detection step of optimal tilts is rerun, and the amount setting step of optimal tilts is performed for when the secondary multiplier of said secondary function is negative, or the control approach of the optical disk unit of the configuration of 17. It has a means to judge the right or wrong of the optimal tilt value, when the optimal tilt values are abnormalities, only a predetermined step can shift and reset a criteria include angle, re-measurement and a re-operation can be performed, and the exact optimal tilt value from which regenerative signals, such as a RF signal, serve as max can be calculated.

[0014] Y is expressed with the secondary function of X when the 5th configuration of this invention sets the measurement value of X and said regenerative-signal measurement section to Y for said amount of tilts. Said amount operation part of optimal tilts Compute said amount of tilts from which said Y becomes extremal value as an optimal tilt value, and the secondary multiplier of said secondary function performs forward or a negative judgment. In a negative case, the tilt value to which the command signal of said tilt setting signal generation section is set by it resets so that only the specified quantity may change. Have further the result-of-an-operation judging section which makes said tilt setting signal generation section set up said optimal tilt value in a forward case, and when the secondary multiplier of said secondary function is negative Said tilt setting signal generation section outputs said command signal which reset, and said regenerative-signal measurement section re-measures the output value of said regenerative-signal processing section when carrying out sequential change of said amount of tilts according to said command signal which it reset. And said amount operation part of optimal tilts is the optical disk unit of the 1st characterized by what said optimal tilt value is re-computed for, or the configuration of two.

[0015] The 20th configuration of this invention is set to said amount detection step of optimal tilts. Y is expressed with the secondary function of X when the measurement value of X and said regenerative-signal measurement section is set to Y for said amount of tilts. Compute said amount of tilts from which said Y becomes extremal value as an optimal tilt value, and the secondary multiplier of said secondary function performs forward or a negative judgment. The tilt value to which said command signal is set by it when the secondary multiplier of said secondary function is negative resets so that only the specified quantity may change. It is the 16th characterized by what said amount detection step of optimal tilts is rerun, and the amount setting step of optimal tilts is performed for when the secondary multiplier of said secondary function is forward, or the control approach of the optical disk unit of the configuration of 17. Even when the amount of curvatures of an optical disk is extremely large and the grace of a regenerative signal falls remarkably, it is possible to detect correctly the amount of optimal tilts from which a jitter value etc. serves as min, and to control the amount of tilts with a precision sufficient at the optimal

include angle.

[0016] The 6th configuration of this invention said result-of-an-operation judging section It judges whether while the secondary multiplier of said secondary function judges forward or negative, said optimal tilt value is located in the forward direction on the basis of the criteria include angle which is the central value of two or more of said amounts of tilts set up by said command signal, or it is located in the negative direction. When said secondary multiplier is negative, said optimal tilt value is made to set it as said tilt setting signal generation section. The tilt value to which said secondary multiplier is forward, and the command signal of said tilt setting signal generation section is set by it when said optimal tilt value is located in the forward direction on the basis of said criteria include angle resets so that only the specified quantity may change in the negative direction. When said secondary multiplier is forward and said optimal tilt value is located in the negative direction on the basis of said criteria include angle, the command signal of said tilt setting signal generation section by it The tilt value defined is the optical disk unit of the 4th configuration of that it is characterized by resetting so that only the specified quantity may change in the forward direction. It has a means to judge the right or wrong of the optimal tilt value, when the optimal tilt values are abnormalities, only a predetermined step can shift and reset a criteria include angle, re-measurement and a re-operation can be performed, and the exact optimal tilt value from which regenerative signals, such as a RF signal, serve as max can be calculated.

[0017] The 7th configuration of this invention said result-of-an-operation judging section It judges whether while the secondary multiplier of said secondary function judges forward or negative, said optimal tilt value is located in the forward direction on the basis of the criteria include angle which is the central value of two or more of said amounts of tilts set up by said command signal, or it is located in the negative direction. When said secondary multiplier is forward, said optimal tilt value is made to set it as said tilt setting signal generation section. The tilt value to which said secondary multiplier is negative, and the command signal of said tilt setting signal generation section is set by it when said optimal tilt value is located in the forward direction on the basis of said criteria include angle resets so that only the specified quantity may change in the negative direction. When said secondary multiplier is negative and said optimal tilt value is located in the negative direction on the basis of said criteria include angle, the command signal of said tilt setting signal generation section by it The tilt value defined is the optical disk unit of the 5th configuration of that it is characterized by resetting so that only the specified quantity may change in the forward direction. Even when the amount of curvatures of an optical disk is extremely large and the grace of a regenerative signal falls remarkably, it is possible to detect correctly the amount of optimal tilts from which a jitter value etc. serves as min, and to control the amount of tilts with a precision sufficient at the optimal include angle.

[0018] The 8th configuration of this invention said result-of-an-operation judging section It is based on the criteria include angle which is the central value of two or more of said amounts of tilts set up by said command signal while the secondary multiplier of said secondary function judges forward or negative. The forward side average which is the average of said measurement value measured when said amount of tilts set up by said command signal was located in the forward direction to said criteria include angle, Size relation with the negative side average which is the average of said measurement value measured when said amount of tilts set up by said command signal was located in the negative direction to said criteria include angle is compared. The tilt value to which said secondary multiplier is forward, and the command signal of said tilt setting signal generation section is set by it when said forward side average value is larger than said negative side average value resets so that only the specified quantity may change in the forward direction. The tilt value to which said secondary multiplier is forward, and the command signal of said tilt setting signal generation section is set by it when said negative side average value is larger than said forward side average value resets so that only the specified quantity may change in the negative direction. When said secondary multiplier is negative, it is the optical disk unit of the 4th configuration of that said optimal tilt value is made to set it as said tilt setting signal generation section, and it is characterized by things. It has a means to judge the right or wrong of the optimal tilt value, when the optimal tilt values are abnormalities, only a predetermined step can shift and reset a criteria include angle, re-measurement and a re-operation can be performed, and the exact optimal tilt value

from which regenerative signals, such as a RF signal, serve as max can be calculated.

[0019] The 9th configuration of this invention said result-of-an-operation judging section It is based on the criteria include angle which is the central value of two or more of said amounts of tilts set up by said command signal while the secondary multiplier of said secondary function judges forward or negative. The forward side average which is the average of said measurement value measured when said amount of tilts set up by said command signal was located in the forward direction to said criteria include angle, Size relation with the negative side average which is the average of said measurement value measured when said amount of tilts set up by said command signal was located in the negative direction to said criteria include angle is compared. The tilt value to which said secondary multiplier is negative, and the command signal of said tilt setting signal generation section is set by it when said forward side average value is larger than said negative side average value resets so that only the specified quantity may change in the negative direction. The tilt value to which said secondary multiplier is negative, and the command signal of said tilt setting signal generation section is set by it when said negative side average value is larger than said forward side average value resets so that only the specified quantity may change in the forward direction. When said secondary multiplier is forward, it is the optical disk unit of the 5th configuration of that said optimal tilt value is made to set it as said tilt setting signal generation section, and it is characterized by things. Even when the amount of curvatures of an optical disk is extremely large and the grace of a regenerative signal falls remarkably, it is possible to detect correctly the amount of optimal tilts from which a jitter value etc. serves as min, and to control the amount of tilts with a precision sufficient at the optimal include angle.

[0020] The 10th configuration of this invention said result-of-an-operation judging section It is based on the criteria include angle which is the central value of two or more of said amounts of tilts set up by said command signal while the secondary multiplier of said secondary function judges forward or negative. The forward side average which is the average of said measurement value measured when said amount of tilts set up by said command signal was located in the forward direction to said criteria include angle, Size relation with the negative side average which is the average of said measurement value measured when said amount of tilts set up by said command signal was located in the negative direction to said criteria include angle is compared. Said optimal tilt value computed by said amount operation part of optimal tilts receives said criteria include angle. By being located in the forward direction, when said negative side average is larger than said forward side average The tilt value to which the command signal of said tilt setting signal generation section is set by it resets so that only the specified quantity may change in the negative direction. The tilt value as which it is located in the negative direction, and the command signal of said tilt setting signal generation section is determined to said optimal tilt value by it to said criteria include angle when said forward side average value is larger than said negative side average value resets so that only the specified quantity may change in the forward direction. When it resets the command signal of said tilt setting signal generation section Said tilt setting signal generation section outputs said command signal which reset, and said regenerative-signal measurement section re-measures the output value of said regenerative-signal processing section when carrying out sequential change of said amount of tilts according to said command signal which it reset. And said amount operation part of optimal tilts is the optical disk unit of the 4th configuration of that it is characterized by what said optimal tilt value is re-computed for. It has a means to judge the right or wrong of the optimal tilt value, when the optimal tilt values are abnormalities, only a predetermined step can shift and reset a criteria include angle, re-measurement and a re-operation can be performed, and the exact optimal tilt value from which regenerative signals, such as a RF signal, serve as max can be calculated.

[0021] The 11th configuration of this invention said result-of-an-operation judging section It is based on the criteria include angle which is the central value of two or more of said amounts of tilts set up by said command signal while the secondary multiplier of said secondary function judges forward or negative. The forward side average which is the average of said measurement value measured when said amount of tilts set up by said command signal was located in the forward direction to said criteria include angle, Size relation with the negative side average which is the average of said measurement value measured when said amount of tilts set up by said command signal was located in the negative direction to said

criteria include angle is compared. Said optimal tilt value computed by said amount operation part of optimal tilts receives said criteria include angle. By being located in the forward direction, when said forward side average is larger than said negative side average The tilt value to which the command signal of said tilt setting signal generation section is set by it resets so that only the specified quantity may change in the negative direction. The tilt value as which it is located in the negative direction, and the command signal of said tilt setting signal generation section is determined to said optimal tilt value by it to said criteria include angle when said negative side average value is larger than said forward side average value resets so that only the specified quantity may change in the forward direction. When it resets the command signal of said tilt setting signal generation section Said tilt setting signal generation section outputs said command signal which reset, and said regenerative-signal measurement section re-measures the output value of said regenerative-signal processing section when carrying out sequential change of said amount of tilts according to said command signal which it reset. And said amount operation part of optimal tilts is the optical disk unit of the 5th configuration of that it is characterized by what said optimal tilt value is re-computed for. Even when the amount of curvatures of an optical disk is extremely large and the grace of a regenerative signal falls remarkably, it is possible to detect correctly the amount of optimal tilts from which a jitter value etc. serves as min, and to control the amount of tilts with a precision sufficient at the optimal include angle.

[0022] The 12th configuration of this invention is the optical disk unit of the 1st characterized by for the output value of said regenerative-signal processing section being a tracking error signal, and said regenerative-signal measurement section being the tracking error signal amplitude measurement section, 2, 3, 4, 6 and 8, or the configuration of ten. The exact optimal tilt value can be calculated based on a tracking error signal.

[0023] The 13th configuration of this invention is the optical disk unit of the 1st characterized by for the output value of said regenerative-signal processing section being an output value according to the addition signal of the output signal of two or more light emitting devices contained in said photodetector, and being the addition signal amplitude measurement section in which said regenerative-signal measurement section measures the amplitude of said addition signal, 2, 3, 4, 6 and 8, or the configuration of ten. The exact optimal tilt value can be calculated based on a RF signal.

[0024] The 14th configuration of this invention is the optical disk unit of the 1st said whose regenerative-signal measurement section is the jitter signal measurement section and which comes out and is characterized by a certain thing, 2, 3, 5, 7 and 9, or the configuration of 11. The exact optimal tilt value can be calculated based on a jitter signal.

[0025] The 15th configuration of this invention is the optical disk unit of one configuration of the 1st to 14 characterized by being the configuration of changing the include angle of the objective lens with which said tilt drive converges a light beam. The configuration of a tilt drive is simplified and small and thin-shape-izing, and low cost-ization are realized.

[0026]

[Embodiment of the Invention] The example which showed concretely the best gestalt for carrying out this invention below is indicated with a drawing.

[0027] <<example 1>> The optical disk unit of the example 1 of this invention is explained hereafter, referring to a drawing. Drawing 1 is the block diagram showing the configuration of the optical disk unit of the example 1 of this invention. In Drawing 1, the rotation drive of the optical disk 1 is carried out by the spindle motor 2, and the rotational frequency of a spindle motor 2 is controlled by the spindle servo circuit (not shown). The optical pickup 3 (the objective lens 4 grade carried on it is included.) condenses a light beam to the recording surface of an optical disk 1, and performs record or playback of data. The binary-ized signal which should be recorded is changed into a record signal by the record digital disposal circuit (not shown), is sent to the optical pickup 3, and is recorded on an optical disk 1. The regenerative signal read in the optical disk 1 is processed by the binary-ized signal in the regenerative-signal processing circuit 19.

[0028] The objective lens 4 of the optical pickup 3 is driven in the direction of an optical axis of a light beam (the direction of a focus) with the focal actuator 7 which consisted of a magnet 8 and a focal drive

coil 9. Since the light beam by which outgoing radiation was carried out from the optical pickup 3 is condensed to the recording surface of an optical disk 1, the focus servo circuit 6 controls the electrical potential difference impressed to the focal drive coil 9, and controls the focal location of an objective lens 4. An objective lens 4 is driven to radial [ of an optical disk 3 ] (the direction of tracking) with the tracking actuator 11 which consisted of a magnet 8 and a tracking drive coil 10 similarly. In order that the tracking servo circuit 12 may make the light beam by which outgoing radiation was carried out from the optical pickup 3 follow the truck formed in the recording surface, it controls the electrical potential difference impressed to the tracking drive coil 10, and controls the optical-axis location of an objective lens 4. The focal error signal which shows a gap of the focal location of a light beam, and the tracking error signal which shows a gap of the direction of a truck are generated based on the regenerative signal from the optical pickup 3 in the regenerative-signal processing circuit 19, and is sent to the focus servo circuit 6 and the tracking servo circuit 12.

[0029] An optical pickup migration means 13 to move optical pickup to a different radius location consists of the traverse motor 14, a leading screw 15, a rack 16, and a guide shaft 17, the leading screw 15 formed in the revolving shaft of the traverse motor 14 is engaging with the rack 16 fixed to the optical pickup 3, and the optical pickup 3 is supported possible [ rectilinear propagation ] with the guide shaft 17. And the optical pickup 3 is moved to radial [ of an optical disk 1 ] by the running torque of the traverse motor 14 transmitted through the leading screw 15 and the rack 16.

[0030] Moreover, by changing the height of the periphery edge of the guide shaft 17 which supports the optical pickup 3 movable to radial [ of an optical disk 1 ], the tilt drive 26 (tilt adjustable means) shown in drawing 1 is a device in which a relative inclination with the optical disk 1 of the optical pickup 3 is changed, and includes the motor gear 27, the tilt rack 28, the tilt cam 29, the tilt follower 30, the guide shaft stationary plate 31, and the guide shaft 17. The tilt motor 24 rotates and the advancing-side-by-side drive of the tilt cam 29 is carried out through the motor gear 27 and the tilt rack 28 by the tilt driver voltage from the tilt servo circuit 21. The guide shaft stationary plate 31 in which the tilt follower 30 contacted by advancing-side-by-side migration of the tilt cam 29 in the inclined plane of the tilt cam 29 was formed in one with the tilt follower 30 of vertical movement of taking up and down and the tilt follower 30 fluctuates. The periphery edge is fixed to the guide shaft stationary plate 31, and the guide shaft 17 is supported for the guide shaft 17 free [ rotation at the core ] for the inner circumference edge. Therefore, the inclination of the guide shaft 17 changes by vertical movement of the guide shaft stationary plate 31, consequently the inclination of the optical pickup 3 changes. By rotating the tilt motor 24 as mentioned above, the inclination of the optical pickup 3 can change and whenever [ illuminating-angle / of the light beam irradiated by the optical disk 1 ] can be changed. That is, it is controllable by controlling rotation of the tilt motor 24 to become the include angle of a request of whenever [ illuminating-angle / of the light beam irradiated by the optical disk 1 ].

[0031] The configuration of the tilt servo circuit 21 is shown in drawing 2 . The tilt servo circuit 21 is a circuit for controlling the inclination of the optical pickup 3 so that whenever [ illuminating-angle / of the light beam irradiated by the optical disk 1 ] turns into a desired include angle. The tilt servo signal generating section 23 which outputs a tilt servo signal based on the tilt setting signal from the tilt setting signal generation section 33 constituted by the tilt detecting element 20 mentioned later, It consists of tilt motor drive circuits 25 which supply the tilt driver voltage based on a tilt servo signal to the tilt motor 24.

[0032] Next, the photodetector 34 and the regenerative-signal processing circuit 19 which were established in the optical pickup 3 are explained using drawing 3 and drawing 4 . Drawing 3 shows the configuration of a photodetector 34, and the relation of the reflected light from an optical disk 1. A photodetector 34 consists of four divided photo detectors A, B, C, and D. The detecting signal of each photo detector is amplified with amplifier. The output signals a, b, c, and d of each amplifier are transmitted to the regenerative-signal processing circuit 19. Drawing 4 shows the regenerative-signal processing circuit 19. The regenerative-signal processing circuit 19 generates (tracking error TE) signal  $=(a+d)-(b+c)$  and focal (error FE) signal  $=(a+c)-(b+d)$  and RF-signal  $=(a+b+c+d)$  from the output signals a, b, c, and d of a photodetector 34. Said TE signal is sent to the tracking servo circuit 12, and is

used for the tracking servo which makes an optical spot follow the track of an optical disk. Said FE signal is sent to the focus servo circuit 6, and since an optical spot is condensed to the recording surface of an optical disk 1, it is used for the focus servo which controls the focal location of an objective lens 4.

[0033] The configuration of the tilt detecting element 20 is shown in drawing 5. The tilt detecting element 20 consists of TE signal amplitude measurement section 35, the tilt setting signal generation section 33, amount operation part 36 of optimal tilts, and the result-of-an-operation judging section 37. The tilt detecting element 20 which calculates the optimal amount of tilts based on the regenerative signal of an optical pickup 3, and outputs a tilt setting signal is the characteristic block of this invention. The tilt detecting element 20 has two modes of operation in the amount detection mode of optimal tilts, and the amount setting mode of optimal tilts. The amount detection mode of optimal tilts is the mode in which the optimal amount of tilts is detected by changing the amount of tilts, and the amount setting mode of optimal tilts is the mode which fixes the amount of tilts to the optimal amount of tilts.

[0034] The tilt setting signal generation section 33 determines whether to operate by which mode of operation. The determined mode of operation is transmitted to each block (not shown). The tilt setting signal generation section 33 carries out the sequential output of the three or more different (it sets in the example and is seven) tilt setting signals in the amount detection mode of optimal tilts. Thereby, a sequential setup of the different amount of tilts is carried out (the fixed amount of tilts is set up for every tilt setting signal.). TE signal amplitude measurement section 35 measures the amplitude value of TE signal in each amount of tilts (it mentions later for details.). The tilt setting signal generation section 33 outputs the tilt setting signal of the optimal amount of tilts based on the result of an operation which the amount operation part 36 of optimal tilts outputted in the amount setting mode of optimal tilts. Thereby, the optimal amount of tilts is set up.

[0035] TE signal amplitude measurement section 35 measures the amplitude of the tracking error signal (TE signal) generated in the regenerative-signal processing circuit 19. The amount operation part 36 of optimal tilts approximates the relation between three or more tilt setting signals and the amplitude value of TE signal measured in each amount of tilts (tilt setting signal) to a secondary function with the least square method in the amount detection mode of optimal tilts, and computes the amount of tilts (a tilt setting signal may be used.) from which the amplitude value of TE signal turns into extremal value (maximal value) based on the secondary function concerned as the result of an operation. Because the quantity of light of the reflected light which an optical pickup 3 inputs into whenever [ optimal tilt angle ] becomes max, the amplitude value of TE signal also becomes max.

[0036] The result-of-an-operation judging section 37 judges whether the result of an operation computed by the amount operation part 36 of optimal tilts is over predetermined operation threshold value. When the result of an operation is over operation threshold value, the result of an operation and the command which makes the relation of the amplitude value of a tilt setting signal (the amount of tilts) and TE signal re-measure are outputted to the tilt setting signal generation section 33. The tilt setting signal generation section 33 performs re-measurement by the approach of mentioning later. When the result of an operation is not over operation threshold value, the result of an operation and the information that the result of an operation is not over operation threshold value are transmitted to the tilt setting signal generation section 33. The tilt setting signal generation section 33 changes a mode of operation into the amount setting mode of optimal tilts, and outputs the tilt setting signal corresponding to the result of an operation (optimum value).

[0037] The tilt setting signal generation section 33 outputs the tilt setting signal for setting the relative inclination (the amount of tilts) of an optical disk 1 and a light beam as a desired include angle to the tilt servo circuit 21. The tilt setting signal generation section 33 carries out the sequential output of the three or more tilt setting signals set to measurement in the amount detection mode of optimal tilts as mentioned above, and outputs the tilt setting signal corresponding to the result of an operation (optimum value) which the amount operation part 36 of optimal tilts outputted in the amount setting mode of optimal tilts. The tilt servo circuit 21 drives the tilt drive 26 based on a tilt setting signal, and the relative inclination (the amount of tilts) of an optical disk 1 and a light beam is set as a desired include angle (the

optimal tilt value).

[0038] In the optical disk unit of the example 1 constituted as mentioned above, the actuation is explained using drawing 26. Drawing 26 is a flow chart which shows actuation of the tilt detecting element 20. If first the power source of an optical disk unit is switched on or an optical disk unit is equipped with an optical disk, the tilt setting signal generation section 33 will set the tilt detecting element 20 as the amount detection mode of optimal tilts (step 2601). In the amount detection mode of optimal tilts, a tracking servo is turned OFF and it changes into the condition that an optical spot crosses a track. Next, the tilt setting signal generation section 33 carries out the sequential output of the seven tilt setting signals decided beforehand, and TE signal amplitude measurement section 35 measures the amplitude value of each TE signal (step 2602). With seven tilt setting signals, it changes three steps of inclinations of the optical pickup 3 at a time in the forward direction and the negative direction in S fixed include-angle pitches by making into zero criteria include angle the inclination of the criteria decided beforehand. That is, the amplitude of TE signal is measured, changing the amount of tilts which is the relative inclination of the recording surface of an optical disk 1, and a light beam. The tilt setting signal generation section 33 outputs first the tilt setting signal which sets the inclination of the optical pickup 3 as the criteria include angle 0 to the tilt servo circuit 21. The inclination X1 of the optical pickup 3 measures the amplitude value Y of TE signal (X1) by TE signal amplitude measurement section 35, after having been controlled by the criteria include angle 0. Then, the inclination of the optical pickup 3 is set as +1 step, and the amplitude value Y of TE signal (X2) is measured. The amplitude value Y (X3), Y (X4), Y (X5), Y (X6), and Y (X7) of TE signal to each amount of tilts is measured a total of 7 times, changing the inclination of the optical pickup 3 similarly with +2 step, +3 step, -1 step, -2 step, and -3 step.

[0039] In addition, zero criteria include angle is beforehand set up like the erector of a plant as follows. It sets like an erector, and rotating a flat criteria disk without most curvatures with a spindle motor 2, the inclination of the optical pickup 3 is adjusted and the inclination is defined as zero criteria include angle so that a light beam may be irradiated almost at right angles to a criteria disk. That is, to the optical disk whose amount of curvatures is about 0 times, the relative inclination (the amount of tilts) of the recording surface of an optical disk and a light beam serves as an optimum value at zero criteria include angle. And when the inclination of the optical pickup 3 is in agreement with zero criteria include angle, an angle-of-rotation detection sensor (not shown) is attached in the revolving shaft of the tilt motor 24 so that a zero-point signal may be outputted. Or when the inclination of the optical pickup 3 is in agreement with zero criteria include angle, the output circuit of an angle-of-rotation detection sensor is adjusted so that a zero-point signal may be outputted. Therefore, if angle of rotation of the tilt motor 24 is set as the include angle to which a zero-point signal is outputted, the inclination of the optical pickup 3 will become zero criteria include angle, and if angle of rotation of the tilt motor 24 is controlled based on the output of an angle-of-rotation detection sensor, the inclination of the optical pickup 3 can be set as the inclination from which only the predetermined include angle shifted [ include angle / zero / criteria ].

[0040] Next, the amount of optimal tilts is calculated based on a measurement value (step 2603). Here, change of TE signal amplitude to the inclination of the optical pickup 3 is shown to drawing 6. Since change of TE signal amplitude is small, when changing the inclination of the optical pickup 3 in a S travel pitch fixed as mentioned above near [ where TE signal amplitude becomes max as drawing 6 ] the include angle, unless it performs many measurement with small travel, the true include angle from which TE signal amplitude becomes max cannot be detected correctly. However, it asks for the include angle from which change of TE signal amplitude to the inclination of the optical pickup 3 perceives that the property near a secondary [ about ] function is shown, approximates change of TE signal amplitude to a secondary function with the least square method, and TE signal amplitude becomes max. Asking for the maximum include angle is possible, without also making [ many ] a measurement count, without making travel small by this. Then, Y (X) is approximated with the secondary function of a formula (1), using TE signal amplitude as Y (X) by using the ratio to travel S of the inclination (the amount of tilts) of optical pickup to X (if measurement of the seven above-mentioned steps being taken for an example X= -3, .. 0..3).

[0041]

[Equation 1]

$$Y(X) = aX^2 + bX + c \quad (1)$$

[0042] If the measurement value of TE signal amplitude at the time of setting the amount X of tilts of the j-th measurement to  $X_j$  is set to  $Y_j$ , the value of the approximated formula (1) and the actual measurement value  $Y_j$  are not completely in agreement under the effect of the noise mixed in the signal. An error amount  $v_j$  is shown in a formula (2) by setting the error amount at that time to  $v_j$ .

[0043]

[Equation 2]

$$aX_j^2 + bX_j + c - Y_j = v_j \quad (2)$$

[0044] Multipliers a, b, and c are determined that the least square method will make min the sum of squares E of Error  $v_j$  as shown in a formula (3). N shows the measured predetermined measurement size.

[0045]

[Equation 3]

$$\sum_{j=1}^N v_j^2 = E \quad (3)$$

[0046] In the least square method, if the determinant of the formula (4) materialized when E becomes min is solved, the value of a, b, and c can be calculated.

[0047]

[Equation 4]

$$\begin{pmatrix} P(4) & P(3) & P(2) \\ P(3) & P(2) & P(1) \\ P(2) & P(1) & N \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a \\ b \\ c \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Q(2) \\ Q(1) \\ Y1 \end{pmatrix} \quad (4)$$

[0048] Here, each function [ in a formula (4) ]  $P(k)$ ,  $Q(k)$ , and  $Y1$  are as having been shown in the formula (5), the formula (6), and the formula (7).

[0049]

[Equation 5]

$$P(k) = \sum_{j=1}^N X_j^k \quad (k=1 \sim 4) \quad (5)$$

[0050]

[Equation 6]

$$Q(k) = \sum_{j=1}^N X_j^k Y_j \quad (k=1 \sim 4) \quad (6)$$

[0051]

[Equation 7]

$$Y_1 = \sum_{j=1}^N Y_j, \quad (7)$$

[0052] Since the amount of tilts is set up with  $X_1=0$ ,  $X_2=+1$ ,  $X_3=+2$ ,  $X_4=+3$ ,  $X_5=-1$ ,  $X_6=-2$ , and  $X_7=-3$ , here  $X_2$ ,  $X_5$ ,  $X_3$  and  $X_6$ , and  $X_4$  and  $X_7$  Mutually, since positive/negative is reverse, P (1) and P (3) are set to 0, it is simplified and a formula (4) turns into a formula (8).

[0053]

[Equation 8]

$$\begin{pmatrix} 196 & 0 & 28 \\ 0 & 28 & 0 \\ 28 & 0 & 7 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a \\ b \\ c \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Q(2) \\ Q(1) \\ Y_1 \end{pmatrix} \quad (8)$$

[0054] X from which Y becomes maximum with the secondary function of a formula (1) is calculated by the formula (9). The secondary multiplier a and the primary multiplier b are computable from the amplitude value  $Y_j$  and the formula (8) of TE signal which were measured.

[0055]

[Equation 9]

$$x_{\max} = \frac{-2a}{b} \quad (9)$$

[0056] When these are summarized,  $X_{\max}$  (value of X from which Y becomes the maximal value) of a formula (9) is shown by the formula (10). Moreover, it can ask for the secondary multiplier a by the formula (11).

[0057]

[Equation 10]

$$x_{\max} = -1.5 \frac{3(y_4 - y_7) + 2(y_3 - y_6) + (y_2 - y_5)}{5(y_4 + y_7) - 3(y_2 + y_5) - 4y_1} \quad (10)$$

[0058]

[Equation 11]

$$a = \frac{5(y_4 + y_7) - 3(y_2 + y_5) - 4y_1}{84} \quad (11)$$

[0059] By the above, it can ask for the include angle theta of the amount of tilts from which the amplitude value of TE signal turns into maximum by the product of  $X_{\max}$  computed by S travel and the formula (9) (theta=SxXmax). For example, drawing 7 shows the secondary curve which approximated travel to the secondary function with the least square method based on a plot and measurement value of the amplitude value of TE signal measured while changing the amount of tilts at 0.2 degrees, and is the case where calculated  $X_{\max}(es)$  are 1.05 steps. The amount of tilts from which TE signal amplitude value serves as max at this time becomes 0.21 degrees. Thus, the amount operation part 36 of optimal tilts approximates the amount of tilts set up based on the tilt setting signal outputted from the tilt setting signal generation section 33, and the relation of the amplitude value of TE signal measured by TE signal amplitude measurement section 35 to a secondary function with the least square method as mentioned above, and computes the amount of tilts from which the amplitude value of TE signal to change of the

amount of tilts serves as max as the result of an operation.

[0060] Next, in order that the result-of-an-operation judging section 37 may calculate correctly the true amount of optimal tilts from which TE signal amplitude serves as max, the result of an operation computed by the amount operation part 36 of optimal tilts judges whether it is over predetermined operation threshold value (step 2604). Drawing 8 shows change of TE signal amplitude to the amount of tilts at the time of being about 2.75 times whose true amounts of optimal tilts from which TE signal amplitude serves as max are 0.2 travel with a broken line. For example, the amount of curvatures of an optical disk 1 is extremely large, and when it is about -0.55 degrees, it will be in such a condition. In this case, the plot of a white round head shows the measured value which was made to carry out \*\*3 step change of the amount of tilts at one steps [ 0.2 ] to zero criteria include angle, and measured TE signal amplitude. Moreover, a continuous line shows the secondary curve approximated with the least square method using this measurement value. Since true extremal value (the amount of tilts from which TE signal amplitude serves as max) is near -3 step which is the maximum step by the side of minus so that clearly from drawing 8 , the extremal value computed from the measured value in \*\*3 step will become -3.6 step in response to the effect of a measurement error.

[0061] Thus, in order to prevent the miscalculation appearance of the amount of optimal tilts in case the amount of optimal tilts from which TE signal amplitude serves as max is greatly shifted from the criteria include angle, operation threshold value is set up beforehand, and when the result of an operation is over the operation threshold value, it progresses to step 2605. In step 2605, a criteria include angle is shifted in the direction in which the result of an operation has shifted, and is reset. a criteria include angle of tilt setting signal with which the tilt setting signal generation section 33 outputs the result-of-an-operation judging section 37 when the result of an operation is specifically over operation threshold value by the side of -3.6 step and minus like this example by using operation threshold value as \*\*2 step minus-side - 2 step \*\*\*\*\* -- it orders like. That is, a criteria include angle is reset and re-measured at the include angle of -0.4 degrees. Return and the tilt setting signal generation section 33 output zero step, +1 step, +2 step, +3 step, -1 step, -2 step, -3 step, and the changed tilt setting signal to step 2602 to a new criteria include angle again. The amplitude value of TE signal to each amount of tilts (tilt setting signal) is measured a total of 7 times.

[0062] The plot of the black dot in drawing 8 is re-measured TE signal amplitude value, approximates with the least square method using this measurement value, and computes extremal value (maximal value) (step 2603). The computed extremal value is in agreement with the true extremal value of optimal tilts from which TE signal amplitude serves as max, i.e., the amount. Again, the result of an operation by which the result-of-an-operation judging section 37 was computed by the amount operation part 36 of optimal tilts judges whether it is over predetermined operation threshold value (step 2604). If the result of an operation is in operation threshold value, it will progress to step 2606. In step 2606, the tilt setting signal generation section 33 sets the tilt detecting element 20 as the amount setting mode of optimal tilts. Next, the tilt setting signal generation section 33 outputs the optimal tilt setting signal according to the inputted result of an operation (step 2607). The tilt drive 26 carries out the tilt of the optical disk 1 the optimal.

[0063] On the contrary, when the result measured and calculated at \*\*3 step by making 0 times into a criteria include angle when the amount of curvatures of an optical disk 1 was large to a plus side is over the operation threshold value by the side of plus (+2 step), in step 2605, it turns [ +2 step \*\* ] on a criteria include angle plus-side, and re-measurement and a re-operation are performed (steps 2602 and 2603). The amount of optimal tilts can be correctly calculated by resetting a criteria include angle and performing re-measurement and a re-operation by these, also when the amount of curvatures of an optical disk is extremely large and the amount of optimal tilts is greatly shifted from the criteria include angle.

[0064] As mentioned above, even when the amount of curvatures of an optical disk 1 is large, in order to calculate the recording surface of an optical disk, and the optimum value of the relative inclination of a light beam with a sufficient precision as an inclination from which TE signal amplitude serves as max, this example 1 Carrying out \*\*3 travel change of the amount of tilts a core [ a criteria include angle ],

the amount of tilts and the relation of the amplitude value of TE signal are approximated to a secondary function with the least square method, and the amount of optimal tilts from which the amplitude value of TE signal turns into extremal value is computed as the result of an operation. And even when the amount of curvatures of an optical disk 1 is large, in order to mistake the amount of optimal tilts and to ask that there is nothing First, it judges whether it is over \*\*2 step which the result of an operation set up as operation threshold value. When the result of an operation is over the operation threshold value by the side of plus, only +2 step shifts and resets a criteria include angle, when the result of an operation is over the operation threshold value by the side of minus, only -2 step shifts and resets a criteria include angle, and re-measurement and a re-operation are performed.

[0065] Therefore, even when the amount of curvatures of an optical disk 1 is large, finally the right result of an operation is called for re-measurement and by re-calculating. The tilt setting signal generation section 33 memorizes the right result of an operation as an amount of optimal tilts. the time of record or playback actuation -- ( -- it is the amount setting mode of optimal tilts.) -- the tilt setting signal generation section 33 outputs the tilt setting signal for setting it as the amount of optimal tilts to the tilt servo circuit 21, and the relative inclination of an optical disk 1 and a light beam is controlled by the tilt servo circuit 21 by the amount of optimal tilts. As mentioned above, according to the configuration of the example 1 of this invention, without forming special detection equipments, such as a tilt sensor, even when the amount of curvatures of an optical disk is large, the optical disk unit which can detect correctly the inclination of the recording surface of an optical disk to the optical axis of a light beam, and can control the inclination of the recording surface of an optical disk to the optical axis of a light beam with a precision sufficient at the optimal include angle is offered. Although the error of whenever [ in a tilt sensor / tilt angle ], and whenever [ in an optical pickup 3 / tilt angle ] was a problem in the conventional example using a separate tilt sensor, there cannot be no such an error in the optical disk unit of this invention which computes the optimal amount of tilts based on the reflected light which the optical pickup 3 inputted.

[0066] <<example 2>> The optical disk unit of the example 2 of this invention is explained hereafter, referring to a drawing. Only actuation of the result-of-an-operation judging section [ in / in the optical disk unit of the example 2 of this invention / an example 1 ] 37 differs from an example 1. The result-of-an-operation judging section of an example 2 is set to 137. Since other components and actuation are the same as that of an example 1, the same sign is attached and the detailed explanation is omitted. Also in this example 2, the amount operation part 36 of optimal tilts approximates the amount of tilts set up based on the tilt setting signal outputted from the tilt setting signal generation section 33, and the relation of the amplitude value of TE signal measured by TE signal amplitude measurement section 35 to a secondary function with the least square method as mentioned above, and computes the extremal value of change of TE signal amplitude value to change of the amount of tilts as the result of an operation.

[0067] And the result-of-an-operation judging section 137 in an example 2 judges the direction which should shift a criteria include angle by the positive/negative of the result of an operation computed as extremal value, when a secondary multiplier is forward, while the secondary multiplier in the secondary function approximated by the optimal tilt operation part 36 with the least square method performs forward or a negative judgment. Drawing 9 shows change of TE signal amplitude to the amount of tilts when the true amount of optimal tilts is still larger than the case where drawing 8 shows with a broken line, when it is about 3.7 times [ which is  $S = 0.2$  travel ] the true amount of optimal tilts of this from which TE signal amplitude serves as max. In this case, the plot of a white round head shows the measured value which was made to carry out \*\*3 step change of the amount of tilts at one steps [ 0.2 ] to zero criteria include angle, and measured TE signal amplitude. Moreover, a continuous line shows the secondary curve approximated with the least square method using this measurement value.

[0068] Thus, when the true amount of optimal tilts is greatly shifted from the criteria include angle to the minus side, TE amplitude value by the side of plus of the amount of tilts becomes very small, and since it becomes easy to be influenced of a noise etc., a measurement error becomes large. Furthermore, the change cannot necessarily approximate with a secondary function. As it follows, for example, is

shown in drawing 9, possibility of measuring TE amplitude in +3 travel more greatly than true value arises, and if approximated with the least square method, approximation which was mistaken on the convex secondary curve will be performed. Therefore, the secondary multiplier a shown by the formula (11) is computed with a positive value, and the result of an operation is computed as value [ amount / of optimal tilts / true ] completely shifted. In this case, it will specifically compute with result-of-an-operation  $X_{max}=8.8$  step for the secondary multiplier  $a=6.71$ .

[0069] In order to prevent such fault, the result-of-an-operation judging section 137 judges whether an error is in an operation by the positive/negative of a secondary multiplier, when a secondary multiplier is forward, it judges with the result of an operation not being right, and resets a criteria include angle. In resetting of a criteria include angle, the direction which should shift a criteria include angle by the positive/negative of the result of an operation computed as extremal value is judged. When the result of an operation is forward, it turns [ 2 step \*\* ] on a criteria include angle minus-side, and in a negative case, it is 2 step \*\*\*\*\* to a plus side. Since the result of an operation is forward when shown in drawing 9  $R>9$ , it turns [ 2 step \*\* ] on a criteria include angle minus-side, and re-measurement and a re-operation are performed. It is TE signal amplitude value to which the plot of the black dot in drawing 9 shifted and re-measured the criteria include angle to the minus side, and the extremal value approximated and computed with the least square method using this measurement value is in agreement with the true extremal value of optimal tilts from which TE signal amplitude serves as max, i.e., the amount.

[0070] As mentioned above, even when the amount of curvatures of an optical disk 1 is large, in order to calculate the recording surface of an optical disk, and the optimum value of the relative inclination of a light beam with a sufficient precision as an inclination from which TE signal amplitude serves as max, this example 2 Carrying out \*\*3 travel change of the amount of tilts a core [ a criteria include angle ], the amount of tilts and the relation of the amplitude value of TE signal are approximated to a secondary function with the least square method, and the amount of optimal tilts from which the amplitude value of TE signal turns into extremal value is computed as the result of an operation. And while the secondary multiplier in the approximated secondary function judges forward or negative, the result of an operation judges the forward direction or the negative direction on the basis of a criteria include angle, and when a secondary multiplier is forward, it judges with an error being in the result of an operation, and a criteria include angle is reset. On the basis of a criteria include angle, in the case of a plus direction, only -2 step shifts a criteria include angle, the result of an operation resets it, on the basis of a criteria include angle, only +2 step shifts a criteria include angle, the result of an operation resets it in the case of the minus direction, and re-measurement and a re-operation are performed.

[0071] Thus, even when the amount of curvatures of an optical disk 1 is large, finally the right result of an operation is called for re-measurement and by re-calculating. And the result-of-an-operation judging section 137 sets up the right result of an operation as an amount of optimal tilts, and the tilt setting signal generation section 33 is made to output and memorize it. And in the case of record or playback actuation, the tilt setting signal generation section 33 outputs the tilt setting signal for setting it as the amount of optimal tilts to the tilt servo circuit 21, and the relative inclination of an optical disk 1 and a light beam is controlled by the tilt servo circuit 21 by the amount of optimal tilts. As mentioned above, according to the configuration of the example 2 of this invention, without forming special detection equipments, such as a tilt sensor, even when the amount of curvatures of an optical disk is large, the optical disk unit which can detect correctly the inclination of the recording surface of an optical disk to the optical axis of a light beam with TE signal, and can control the inclination of the recording surface of an optical disk to the optical axis of a light beam with a precision sufficient at the optimal include angle is offered.

[0072] <<example 3>> The optical disk unit of the example 3 of this invention is explained hereafter, referring to a drawing. Only actuation of the result-of-an-operation judging section [ in / in the optical disk unit of the example 3 of this invention / an example 1 ] 37 differs from an example 1. The result-of-an-operation judging section of an example 3 is set to 237. Since other components and actuation are the same as that of an example 1, the same sign is attached and the detailed explanation is omitted. Also in

this example 3, the amount operation part 36 of optimal tilts approximates the amount of tilts set up based on the tilt setting signal outputted from the tilt setting signal generation section 33, and the relation of the amplitude value of TE signal measured by TE signal amplitude measurement section 35 to a secondary function with the least square method as mentioned above, and computes the extremal value of change of TE signal amplitude value to change of the amount of tilts as the result of an operation. And the result-of-an-operation judging section 237 in an example 3 While the secondary multiplier in the secondary function approximated by the optimal tilt operation part 36 with the least square method performs forward or a negative judgment, when a secondary multiplier is forward The size relation between the average of TE signal amplitude by which the amount of tilts was measured at three steps of the forward direction from the criteria include angle, and the average of TE signal amplitude measured at three steps of the negative direction is compared, and the direction which should shift a criteria include angle is judged.

[0073] Like drawing 9 used for explanation of an example 2, drawing 10 shows change of TE signal amplitude to the amount of tilts when the true amount of optimal tilts is large with a broken line, when it is about 3.7 times [ which is 0.2 travel ] the true amount of optimal tilts of this from which TE signal amplitude serves as max. In this case, the plot of a white round head shows the measured value which was made to carry out \*\*3 step change of the amount of tilts at one steps [ 0.2 ] to zero criteria include angle like drawing 9, and measured TE signal amplitude. Moreover, a continuous line shows the secondary curve approximated with the least square method using this measurement value. Thus, if it is greatly influenced of a measurement error etc. and approximates with the least square method when the true amount of optimal tilts is greatly shifted from the criteria include angle to the minus side, approximation which was mistaken on the convex secondary curve may be performed. In such a case, the secondary multiplier a is computed with a positive value, and the result of an operation is computed as value [ amount / of optimal tilts / true ] completely shifted.

[0074] In order to prevent such fault, the result-of-an-operation judging section 237 judges whether an error is in an operation by the positive/negative of a secondary multiplier like an example 2 first, when a secondary multiplier is forward, it judges with the result of an operation not being right, and resets a criteria include angle. And in resetting of a criteria include angle, the result-of-an-operation judging section 237 of this example compares the size relation between the average (forward side average) of TE signal amplitude by which the amount of tilts was measured at three steps by the side of plus from the criteria include angle, and the average (negative side average) of TE signal amplitude measured at three steps by the side of minus, and judges the direction which should shift a criteria include angle. When the average of plus side 3 step is large, it turns [ 2 step \*\* ] on a criteria include angle plus-side, and when the average of three steps by the side of minus is large, it is 2 step \*\*\*\*\* to a minus side. Since the average of minus side 3 step is clearly larger when shown in drawing 10 , it turns [ 2 step \*\* ] on a criteria include angle minus-side, and re-measurement and a re-operation are performed. it is TE signal amplitude value to which the plot of the black dot which boils like drawing 9  $R > 9$  and can be set shifted and re-measured the criteria include angle to the minus side, and the extremal value approximated and computed with the least square method using this measurement value is in agreement with the true extremal value of optimal tilts from which TE signal amplitude serves as max, i.e., the amount.

[0075] As mentioned above, even when the amount of curvatures of an optical disk 1 is large, in order to calculate the recording surface of an optical disk, and the optimum value of the relative inclination of a light beam with a sufficient precision as an inclination from which TE signal amplitude serves as max, this example 3 Carrying out \*\*3 travel change of the amount of tilts a core [ a criteria include angle ], the amount of tilts and the relation of the amplitude value of TE signal are approximated to a secondary function with the least square method, and the amount of optimal tilts from which the amplitude value of TE signal turns into extremal value is computed as the result of an operation. And while the secondary multiplier in the approximated secondary function judges forward or negative, the size relation between the forward side average and the negative side average is compared. When a secondary multiplier is forward, it judges with an error being in the result of an operation, and a criteria include angle is reset. When the forward side average is larger than the negative side average, only +2 step shifts and resets a

criteria include angle, when the forward side average is smaller than the negative side average, only -2 step shifts and resets a criteria include angle, and re-measurement and a re-operation are performed. [0076] Thus, even when the amount of curvatures of an optical disk 1 is large, finally the right result of an operation is called for re-measurement and by re-calculating. And the result-of-an-operation judging section 237 sets up the right result of an operation as an amount of optimal tilts, and the tilt setting signal generation section 33 is made to output and memorize it. And in the case of record or playback actuation, the tilt setting signal generation section 33 outputs the tilt setting signal for setting it as the amount of optimal tilts to the tilt servo circuit 21, and the relative inclination of an optical disk 1 and a light beam is controlled by the tilt servo circuit 21 by the amount of optimal tilts. As mentioned above, according to the configuration of the example 3 of this invention, without forming special detection equipments, such as a tilt sensor, even when the amount of curvatures of an optical disk is large, the optical disk unit which can detect correctly the inclination of the recording surface of an optical disk to the optical axis of a light beam with TE signal, and can control the inclination of the recording surface of an optical disk to the optical axis of a light beam with a precision sufficient at the optimal include angle is offered.

[0077] <<example 4>> The optical disk unit of the example 4 of this invention is explained hereafter. Only actuation of the result-of-an-operation judging section [ in / in the optical disk unit of the example 4 of this invention / an example 1 ] 37 differs from an example 1. The result-of-an-operation judging section of an example 4 is set to 337. Since other components and actuation are the same as that of an example 1, the same sign is attached and the detailed explanation is omitted. Also in this example 4, the amount operation part 36 of optimal tilts approximates the amount of tilts set up based on the tilt setting signal outputted from the tilt setting signal generation section 33, and the relation of the amplitude value of TE signal measured by TE signal amplitude measurement section 35 to a secondary function with the least square method as mentioned above, and computes the extremal value of change of TE signal amplitude value to change of the amount of tilts as the result of an operation.

[0078] And the result-of-an-operation judging section 337 in an example 4 While judging the positive/negative (is the amount of tilts of extremal value a forward value to a criteria include angle, or is it a negative value?) of the result of an operation computed by the optimal tilt operation part 36 as extremal value By comparing the size relation between the average (forward side average) of TE signal amplitude by which the amount of tilts was measured at three steps by the side of plus from the criteria include angle, and the average (negative side average) of TE signal amplitude measured at three steps by the side of minus The direction which should shift the right or wrong and the criteria include angle of the result of an operation is judged. And with a forward value the amount of tilts of extremal value -- a criteria include angle -- receiving, when the negative side average is large, change only the specified quantity in the minus direction from a criteria include angle, and a criteria include angle is reset. the result of an operation -- a plus direction -- And with a negative value the amount of tilts of extremal value -- a criteria include angle -- receiving, when the forward side average is large, change only the specified quantity from a criteria include angle to a plus direction, and a criteria include angle is reset. the result of an operation -- the minus direction -- further -- the result of an operation -- plus -- and with the case where the forward side average is large, with a forward value the amount of tilts of extremal value -- a criteria include angle -- receiving -- the result of an operation -- minus -- and with a negative value the amount of tilts of extremal value -- a criteria include angle -- receiving, when a negative side average value is large, the result of an operation judges with the right, and sets up the result of an operation as an amount of optimal tilts. As long as the result of an operation (the amount of tilts of extremal value) is fixed within the limits from a criteria include angle with [ the absolute value of the difference of the average of TE signal amplitude by which the amount of tilts was measured at three steps by the side of plus from the criteria include angle, and the average of TE signal amplitude measured at three steps by the side of minus ] constant value [ below ], it may not be made not to perform the above-mentioned judgment step.

[0079] For example, in drawing 10 used by explanation of an example 3, the true amount of optimal tilts from which TE signal amplitude serves as max was -3.7 step of the minus direction. In this case, the

extremal value  $X_{max}$  computed from the measured value (plot of a white round head) which was made to carry out \*\*3 step change at one steps [ 0.2 ], and measured the amount of tilts to zero criteria include angle will be computed as value +8.8 step which shifted from the true amount of optimal tilts completely as mentioned above greatly in response to the fact that the effect of a measurement error etc. In this case, the result of an operation (the amount of tilts of extremal value) is a plus direction at +8.8 step, and the average of TE signal amplitude by which the average of TE signal amplitude by which the amount of tilts was measured at three steps by the side of plus from the criteria include angle was measured at three steps by the side of 102mV and minus is set to 609mV. therefore, the result of an operation -- a plus direction -- and with a forward value the amount of tilts of extremal value -- a criteria include angle -- receiving, it is equivalent to a large case, and the negative side average carries out [ 2 step \*\* ] a criteria include angle in the minus direction, and resets it in it, and re-measurement and a re-operation are performed. It is TE signal amplitude value to which the plot of a black dot shifted and re-measured the criteria include angle to the minus side like the example 3, and the extremal value approximated and computed with the least square method using this measurement value is in agreement with the true extremal value of optimal tilts from which TE signal amplitude serves as max, i.e., the amount.

[0080] As mentioned above, even when the amount of curvatures of an optical disk 1 is large, in order to calculate the recording surface of an optical disk, and the optimum value of the relative inclination of a light beam with a sufficient precision as an inclination from which TE signal amplitude serves as max, this example 4 Carrying out \*\*3 travel change of the amount of tilts a core [ a criteria include angle ], the amount of tilts and the relation of the amplitude value of TE signal are approximated to a secondary function with the least square method, and the amount of optimal tilts from which the amplitude value of TE signal turns into extremal value is computed as the result of an operation. And while judging the positive/negative of the result of an operation computed as extremal value by the amount operation part 36 of optimal tilts By comparing the size relation between the average of TE signal amplitude by which the amount of tilts was measured at three steps by the side of plus from the criteria include angle, and the average of TE signal amplitude measured at three steps by the side of minus When the direction which should shift the right or wrong and the criteria include angle of the result of an operation is judged and it judges with the result of an operation not being right, a criteria include angle is reset, and re-measurement and a re-operation are performed.

[0081] Thus, even when the amount of curvatures of an optical disk 1 is large, finally the right result of an operation is called for re-measurement and by re-calculating. And the result-of-an-operation judging section 337 sets up the right result of an operation as an amount of optimal tilts, and the tilt setting signal generation section 33 is made to output and memorize it. And in the case of record or playback actuation, the tilt setting signal generation section 33 outputs the tilt setting signal for setting it as the amount of optimal tilts to the tilt servo circuit 21, and the relative inclination of an optical disk 1 and a light beam is controlled by the tilt servo circuit 21 by the amount of optimal tilts. As mentioned above, according to the configuration of the example 4 of this invention, without forming special detection equipments, such as a tilt sensor, even when the amount of curvatures of an optical disk is large, the optical disk unit which can detect correctly the inclination of the recording surface of an optical disk to the optical axis of a light beam with TE signal, and can control the inclination of the recording surface of an optical disk to the optical axis of a light beam with a precision sufficient at the optimal include angle is offered.

[0082] <<example 5>> The optical disk unit of the example 5 of this invention is explained hereafter, referring to a drawing. The optical disk unit of the example 5 of this invention by detecting the relative inclination (the amount of tilts) of the recording surface of an optical disk 1, and a light beam from which the amplitude of a RF signal serves as max as an amount of optimal tilts, and changing the inclination of optical pickup The amplitude value of a RF signal is measured changing the amount of tilts, the amount of tilts and the relation of the amplitude value of a RF signal are approximated to a secondary function with the least square method, and the amplitude value of the RF signal to change of the amount of tilts computes the amount of tilts used as max, and considers as the amount of optimal

tilts. Therefore, the difference with examples 1-4 is a point of using the amplitude value of a RF signal instead of the amplitude value of TE signal. The same component as examples 1-4 and its actuation attach the same sign hereafter, and the detailed explanation is omitted.

[0083] Drawing 11 is the block diagram showing the configuration of the optical disk unit of the example 5 of this invention. The optical disk unit of drawing 11 is replaced with the tilt detecting element 20 of drawing 1, and has the tilt detecting element 420. The RF signal outputted from the regenerative-signal processing circuit 19 is the same as that of the example 1 shown in above-mentioned drawing 1 except being sent to the tilt detecting element 420. The output signals a, b, c, and d of four photo detectors A, B, C, and D with which the photodetector 34 in the optical head 3 shown in above-mentioned drawing 3  $R > 3$  was divided are added in the regenerative-signal processing circuit 19 shown in above-mentioned drawing 4, and RF-signal =  $(a+b+c+d)$  is generated. The configuration of the tilt detecting element 420 of the example 5 of this invention is shown in drawing 1212. The tilt detecting element 420 consists of RF signal amplitude measurement section 438, the tilt setting signal generation section 33, amount operation part 436 of optimal tilts, and the result-of-an-operation judging section 437.

[0084] The tilt detecting element 420 has two modes of operation in the amount detection mode of optimal tilts, and the amount setting mode of optimal tilts. The amount detection mode of optimal tilts is the mode in which the optimal amount of tilts is detected by changing the amount of tilts, and the amount setting mode of optimal tilts is the mode which fixes the amount of tilts to the optimal amount of tilts. The tilt setting signal generation section 33 determines whether to operate by which mode of operation. The determined mode of operation is transmitted to each block (not shown). The tilt setting signal generation section 33 carries out the sequential output of the three or more different (it sets in the example and is seven) tilt setting signals in the amount detection mode of optimal tilts. Thereby, a sequential setup of the different amount of tilts is carried out (the fixed amount of tilts is set up for every tilt setting signal.). RF signal amplitude measurement section 438 measures the amplitude value of the RF signal in each amount of tilts (it mentions later for details.). The tilt setting signal generation section 33 outputs the tilt setting signal of the optimal amount of tilts based on the result of an operation which the amount operation part 436 of optimal tilts outputted in the amount setting mode of optimal tilts.

Thereby, the optimal amount of tilts is set up.

[0085] RF signal amplitude measurement section 438 measures the amplitude of the RF signal generated in the regenerative-signal processing circuit 19. The amount operation part 436 of optimal tilts approximates the relation between the amount of tilts set up based on the tilt setting signal outputted from the tilt setting signal generation section 33, and the amplitude value of the RF signal measured by RF signal amplitude measurement section 438 to a secondary function with the least square method. Based on the secondary function concerned, the amplitude value of the RF signal to change of the amount of tilts computes the amount of tilts used as extremal value (maximal value) as the result of an operation. The result-of-an-operation judging section 437 judges whether the result of an operation computed by the amount operation part 436 of optimal tilts is over predetermined operation threshold value, and when the result of an operation is over operation threshold value, it outputs the result of an operation, and the amount of tilts and the command which makes the relation of the amplitude value of a RF signal re-measure to the tilt setting signal generation section 33. When the result of an operation is not over operation threshold value, the result of an operation and the information that the result of an operation is in operation threshold value are transmitted to the tilt setting signal generation section 33. The tilt setting signal generation section 33 sets up the inputted result of an operation as an optimal tilt value.

[0086] In the optical disk unit of the example 5 constituted as mentioned above, the actuation is explained using drawing 27. Drawing 27 is a flow chart which shows actuation of the tilt detecting element 420. If first the power source of an optical disk unit is switched on or an optical disk unit is equipped with an optical disk, the tilt setting signal generation section 33 will set the tilt detecting element 420 as the amount detection mode of optimal tilts (step 2701). It is in the condition which turned ON the focus servo and the tracking servo, and the tilt setting signal generation section 33 carries

out the sequential output of the seven tilt setting signals decided beforehand, and RF signal amplitude measurement section 438 measures [ in / both / the amount detection mode of optimal tilts ] the amplitude value of each TE signal (step 2702). With seven tilt setting signals, it changes three steps of inclinations of the optical pickup 3 at a time in the forward direction and the negative direction in S fixed include-angle pitches by making into zero criteria include angle the inclination of the criteria beforehand decided like examples 1-4. That is, the amplitude of a RF signal is measured, changing the amount of tilts which is the relative inclination of the recording surface of an optical disk, and a light beam. The tilt setting signal generation section 33 outputs first the tilt setting signal which sets the inclination of the optical pickup 3 as the criteria include angle 0 to the tilt servo circuit 21. After the criteria include angle 0 has controlled the inclination  $X_1$  of the optical pickup 3, the amplitude value  $Y$  of a RF signal ( $X_1$ ) is measured by RF signal amplitude measurement section 438. Then, the inclination of the optical pickup 3 is set as +1 step, and the amplitude value  $Y$  of a RF signal ( $X_2$ ) is measured. The amplitude value  $Y$  ( $X_3$ ),  $Y$  ( $X_4$ ),  $Y$  ( $X_5$ ),  $Y$  ( $X_6$ ), and  $Y$  ( $X_7$ ) of the RF signal to each amount of tilts is measured a total of 7 times, making it change similarly with inclination +2 step of the optical pickup 3, +3 step, -1 step, -2 step, and -3 step.

[0087] In addition, zero criteria include angle is beforehand set up like the erector of a plant as follows. It sets like an erector, and rotating a flat criteria disk without most curvatures with a spindle motor, the inclination of the optical pickup 3 is adjusted and the inclination is defined as zero criteria include angle so that a light beam may be irradiated almost at right angles to a criteria disk. That is, to the optical disk whose amount of curvatures is about 0 times, the relative inclination (the amount of tilts) of the recording surface of an optical disk and a light beam serves as an optimum value at zero criteria include angle. And when the inclination of the optical pickup 3 is in agreement with zero criteria include angle, an angle-of-rotation detection sensor (not shown) is attached in the revolving shaft of the tilt motor 24 so that a zero-point signal may be outputted. Or when the inclination of the optical pickup 3 is in agreement with zero criteria include angle, the output circuit of an angle-of-rotation detection sensor is adjusted so that a zero-point signal may be outputted. Therefore, if angle of rotation of the tilt motor 24 is set as the include angle to which a zero-point signal is outputted, the inclination of the optical pickup 3 will become zero criteria include angle, and if angle of rotation of the tilt motor 24 is controlled based on the output of an angle-of-rotation detection sensor, the inclination of the optical pickup 3 can be set as the inclination from which only the predetermined include angle shifted [ include angle / zero / criteria ].

[0088] Next, the amount of optimal tilts is calculated based on a measurement value (step 2703). Here, change of RF signal amplitude to the inclination of the optical pickup 3 is shown to drawing 13. Change of RF signal amplitude to the inclination of the optical pickup 3 shows the property near a secondary [ about ] function like change of TE signal amplitude as drawing 13. Therefore, it asks for the include angle from which change of RF signal amplitude is approximated to a secondary function with the least square method, and RF signal amplitude becomes max. Then, the secondary function of a formula (1) is resembled, using RF signal amplitude as  $Y$  ( $X$ ) by using the ratio to travel  $S$  of the inclination (the amount of tilts) of optical pickup to  $X$  (if measurement of the seven above-mentioned steps being taken for an example  $X = -3, \dots 0..3$ ). When the operation approach is the same as that of an example 1 and the measurement value of RF signal amplitude at the time of setting the amount  $X$  of tilts of the  $j$ -th measurement to  $X_j$  is set to  $Y_j$ , the error amount  $v_j$  of the value of the approximated formula (1) and the actual measurement value  $Y_j$  is shown in a formula (2). It is determined that multipliers  $a$ ,  $b$ , and  $c$  will make into min the sum of squares  $E$  of the error  $v_j$  shown in a formula (3). It can ask for multipliers  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , and  $d$  by solving the determinant of a formula (4). Here, each function [ in a formula (4) ]  $P(k)$ ,  $Q(k)$ , and  $Y_1$  are as having been shown in the formula (5), the formula (6), and the formula (7). Since the amount of tilts is set up with  $X_1=0$ ,  $X_2=+1$ ,  $X_3=+2$ ,  $X_4=+3$ ,  $X_5=-1$ ,  $X_6=-2$ , and  $X_7=-3$ ,  $X_2$ ,  $X_5$ ,  $X_3$  and  $X_6$ , and  $X_4$  and  $X_7$  Mutually, since the sign is reverse,  $P(1)$  and  $P(3)$  are set to 0, it is simplified and a formula (4) turns into a formula (8).  $X$  from which  $Y$  becomes maximum with the secondary function of a formula (1) is calculated by the formula (9). The secondary multiplier  $a$  and the primary multiplier  $b$  are computable from the amplitude value  $Y_j$  and the formula (8) of a RF signal which were measured. When these are summarized,  $X_{max}$  of a formula (9) is shown by the formula (10). Moreover, it can ask

for the secondary multiplier a by the formula (11).

[0089] By the above, it can ask for the include angle theta of the amount of tilts from which the amplitude value of a RF signal turns into maximum by the product of  $X_{max}$  computed by S travel and the formula (9) ( $\theta = S_x X_{max}$ ). For example, drawing 14 shows the secondary curve which approximated travel to the secondary function with the least square method based on a plot and measurement value of RF signal amplitude measured while changing the amount of tilts at 0.2 degrees, and is the case where calculated  $X_{max}(es)$  are 1.05 steps. The amount of tilts from which RF signal amplitude value serves as max at this time becomes 0.21 degrees. Thus, the amount operation part 436 of optimal tilts approximates the amount of tilts set up based on the tilt setting signal outputted from the tilt setting signal generation section 33, and the relation of the amplitude value of the RF signal measured by RF signal amplitude measurement section 438 to a secondary function with the least square method as mentioned above, and computes the amount of tilts from which the amplitude value of TE signal to change of the amount of tilts serves as max as the result of an operation.

[0090] Next, in order that the result-of-an-operation judging section 437 may calculate correctly the true amount of optimal tilts from which RF signal amplitude serves as max, the result of an operation computed by the amount operation part 436 of optimal tilts judges whether it is over predetermined operation threshold value (step 2704). Drawing 15 shows change of RF signal amplitude to the amount of tilts at the time of being about 2.75 times whose true amounts of optimal tilts from which RF signal amplitude serves as max are 0.2 travel with a broken line. For example, the amount of curvatures of an optical disk 1 is extremely large, and when it is about -0.55 degrees, it will be in such a condition. In this case, the plot of a white round head shows the measured value which was made to carry out \*\*3 step change of the amount of tilts at one steps [ 0.2 ] to zero criteria include angle, and measured RF signal amplitude. Moreover, a continuous line shows the secondary curve approximated with the least square method using this measurement value. Since true extremal value (the amount of tilts from which RF signal amplitude serves as max) is near -3 step which is the maximum step by the side of minus so that clearly from drawing 15 , the extremal value computed from the measured value in \*\*3 step will become -3.6 step in response to the effect of a measurement error.

[0091] Thus, in order to prevent the miscalculation appearance of the amount of optimal tilts in case the amount of optimal tilts from which RF signal amplitude serves as max is greatly shifted from the criteria include angle, operation threshold value is set up beforehand, and when the result of an operation is over the operation threshold value, it progresses to step 2705. In step 2705, a criteria include angle is shifted in the direction in which the result of an operation has shifted, and is reset. a criteria include angle of tilt setting signal with which the tilt setting signal generation section 33 outputs the result-of-an-operation judging section 437 when the result of an operation is specifically over operation threshold value by the side of -3.6 step and minus like this example by using operation threshold value as \*\*2 step minus-side - - 2 step \*\*\*\*\* -- it orders like. That is, a criteria include angle is reset and re-measured at the include angle of -0.4 degrees. Return and the tilt setting signal generation section 33 output zero step, +1 step, +2 step, +3 step, -1 step, -2 step, -3 step, and the changed tilt setting signal to step 2702 to a new criteria include angle again. The amplitude value of TE signal to each amount of tilts (tilt setting signal) is measured a total of 7 times.

[0092] The plot of the black dot in drawing 15 is re-measured RF signal amplitude value, approximates with the least square method using this measurement value, and computes extremal value (maximal value) (step 2703). The computed extremal value is in agreement with the true extremal value of optimal tilts from which RF signal amplitude serves as max, i.e., the amount. Again, the result of an operation by which the result-of-an-operation judging section 437 was computed by the amount operation part 436 of optimal tilts judges whether it is over predetermined operation threshold value (step 2704). If the result of an operation is in operation threshold value, it will progress to step 2706. In step 2706, the tilt setting signal generation section 33 sets the tilt detecting element 20 as the amount setting mode of optimal tilts. Next, the tilt setting signal generation section 33 outputs the optimal tilt setting signal according to the inputted result of an operation (step 2707). The tilt drive 26 carries out the tilt of the optical disk 1 the optimal.

[0093] On the contrary, when the result measured and calculated at \*\*3 step by making 0 times into a criteria include angle when the amount of curvatures of an optical disk 1 was large to a plus side is over the operation threshold value by the side of plus (+2 step), in step 2705, it turns [ +2 step \*\* ] on a criteria include angle plus-side, and re-measurement and a re-operation are performed (steps 2702 and 2703). The amount of optimal tilts can be correctly calculated by resetting a criteria include angle and performing re-measurement and a re-operation by these, also when the amount of curvatures of an optical disk is extremely large and the amount of optimal tilts is greatly shifted from the criteria include angle.

[0094] Furthermore, the secondary multiplier in the secondary function which approximated the result-of-an-operation judging section 437 with the least square method performs forward or a negative judgment. Drawing 16 shows change of RF signal amplitude to the amount of tilts when the true amount of optimal tilts is still larger than the case where drawing 15 shows with a broken line, when it is about 3.7 times [ which is 0.2 travel ] the true amount of optimal tilts of this from which RF signal amplitude serves as max. In this case, the plot of a white round head shows the measured value which was made to carry out \*\*3 step change of the amount of tilts at one steps [ 0.2 ] to zero criteria include angle, and measured RF signal amplitude. Moreover, a continuous line shows the secondary curve approximated with the least square method using this measurement value.

[0095] Thus, when the true amount of optimal tilts is greatly shifted from the criteria include angle to the minus side, RF signal amplitude value by the side of plus of the amount of tilts becomes very small, and since it becomes easy to be influenced of a noise etc., a measurement error becomes large. Furthermore, the change cannot necessarily approximate with a secondary function. As it follows, for example, is shown in drawing 16 , possibility of measuring RF amplitude in +3 travel more greatly than true value arises, and if approximated with the least square method, approximation which was mistaken on the convex secondary curve will be performed. Therefore, the secondary multiplier a shown by the formula (11) is computed with a positive value, and the result of an operation is computed as value [ amount / of optimal tilts / true ] completely shifted. In this case, it will specifically compute with result-of-an-operation  $X_{max}=8.8$  step for the secondary multiplier  $a=6.71$ .

[0096] In order to prevent such fault, the result-of-an-operation judging section 437 judges whether an error is in an operation by the positive/negative of a secondary multiplier, when a secondary multiplier is forward, it judges with the result of an operation not being right, and resets a criteria include angle. In resetting of a criteria include angle, the direction which should shift a criteria include angle by the positive/negative of the result of an operation computed as extremal value is judged. When the result of an operation is forward, it turns [ 2 step \*\* ] on a criteria include angle minus-side, and in a negative case, it is 2 step \*\*\*\*\* to a plus side. Since the result of an operation is forward when shown in drawing 16 , it turns [ 2 step \*\* ] on a criteria include angle minus-side, and re-measurement and a re-operation are performed. It is RF signal amplitude value to which the plot of the black dot in drawing 16 shifted and re-measured the criteria include angle to the minus side, and the extremal value approximated and computed with the least square method using this measurement value is in agreement with the true extremal value of optimal tilts from which RF signal amplitude serves as max, i.e., the amount.

[0097] As mentioned above, even when the amount of curvatures of an optical disk 1 is large, in order to calculate the recording surface of an optical disk, and the optimum value of the relative inclination of a light beam with a sufficient precision as an inclination from which RF signal amplitude serves as max, this example 5 Carrying out \*\*3 travel change of the amount of tilts a core [ a criteria include angle ], the amount of tilts and the relation of the amplitude value of a RF signal are approximated to a secondary function with the least square method, and the amount of optimal tilts from which the amplitude value of a RF signal turns into extremal value is computed as the result of an operation. And even when the amount of curvatures of an optical disk 1 is large, in order to mistake the amount of optimal tilts and to ask that there is nothing First, it judges whether it is over \*\*2 step which the result of an operation set up as operation threshold value. When the result of an operation is over the operation threshold value by the side of plus, only +2 step shifts and resets a criteria include angle, when the result

of an operation is over the operation threshold value by the side of minus, only -2 step is shifted and reset, and re-measurement and a re-operation are performed. Thus, even when the amount of curvatures of an optical disk 1 is large, finally the right result of an operation is called for re-measurement and by re-calculating.

[0098] Furthermore, while the secondary multiplier in the approximated secondary function judges forward or negative, the result of an operation judges the forward direction, the negative direction, or whether (whether the amount of tilts in extremal value to be a forward value or a forward negative value to a criteria include angle) on the basis of a criteria include angle. When a secondary multiplier is forward, it judges with an error being in the result of an operation, and a criteria include angle is reset. On the basis of a criteria include angle, in the case of a plus direction (the amount of tilts in extremal value is a forward value to a criteria include angle), only -2 step shifts a criteria include angle, the result of an operation resets it, on the basis of a criteria include angle, only +2 step shifts a criteria include angle, the result of an operation resets it in the case of the minus direction (the amount of tilts in extremal value is a negative value to a criteria include angle), and re-measurement and a re-operation are performed. Thus, even when the amount of curvatures of an optical disk 1 is large, finally the right result of an operation is called for re-measurement and by re-calculating.

[0099] The tilt setting signal generation section 33 memorizes the right result of an operation as an amount of optimal tilts. the time of record or playback actuation -- ( -- it is the amount setting mode of optimal tilts.) -- the tilt setting signal generation section 33 outputs the tilt setting signal for setting it as the amount of optimal tilts to the tilt servo circuit 21, and the relative inclination of an optical disk 1 and a light beam is controlled by the tilt servo circuit 21 by the amount of optimal tilts. As mentioned above, according to the configuration of the example 5 of this invention, without forming special detection equipments, such as a tilt sensor, even when the amount of curvatures of an optical disk is large, the optical disk unit which can detect correctly the inclination of the recording surface of an optical disk to the optical axis of a light beam by the RF signal, and can control the inclination of the recording surface of an optical disk to the optical axis of a light beam with a precision sufficient at the optimal include angle is offered. Although the error of whenever [ in a tilt sensor / tilt angle ], and whenever [ in an optical pickup 3 / tilt angle ] was a problem in the conventional example using a separate tilt sensor, there cannot be no such an error in the optical disk unit of this invention which computes the optimal amount of tilts based on the reflected light which the optical pickup 3 inputted.

[0100] <<example 6>> The optical disk unit of the example 6 of this invention is explained hereafter, referring to a drawing. The optical disk unit of the example 6 of this invention is what detects the relative inclination (the amount of tilts) of the recording surface of an optical disk 1, and a light beam from which the jitter value over the reference clock of a RF signal serves as min as an amount of optimal tilts. By changing the inclination of optical pickup, a jitter value is measured changing the amount of tilts, the relation between the amount of tilts and a jitter value is approximated to a secondary function with the least square method, the amount of tilts from which the jitter value over change of the amount of tilts serves as min is computed, and it considers as the amount of optimal tilts. Therefore, the difference with examples 1-4 is a point of using a jitter value instead of the amplitude value of TE signal. The same component as examples 1-4 and its actuation attach the same sign hereafter, and the detailed explanation is omitted.

[0101] Drawing 17 is the block diagram showing the configuration of the optical disk unit of the example 6 of this invention. The optical disk unit of drawing 17 is replaced with the tilt detecting element 20 of drawing 1, and has the jitter measurement section 539 and the tilt detecting element 520. The RF signal outputted from the regenerative-signal processing circuit 19 is sent to the jitter measurement section 539, and the jitter value measured in the jitter measurement section 539 is sent to the tilt detecting element 520. It is the same as that of the example 1 shown in above-mentioned drawing 1 R>1 except it. The outputs a, b, c, and d of four photo detectors A, B, C, and D into which the photodetector 34 in the optical pickup 3 shown in above-mentioned drawing 3 was divided are added in the regenerative-signal processing circuit 19 shown in above-mentioned drawing 4, and are generated as RF-signal= (a+b+c+d). The jitter measurement section 539 changes a RF signal into a binary-ized

signal, measures the jitter value over the reference clock of a binary-ized signal, and outputs the electrical potential difference proportional to the jitter value as a jitter electrical potential difference. [0102] Drawing 18 shows the configuration of the tilt detecting element 520 of the example 6 of this invention. The tilt detecting element 520 consists of the jitter signal measurement section 540, the tilt setting signal generation section 33, amount operation part 536 of optimal tilts, and the result-of-an-operation judging section 537. The tilt detecting element 420 has two modes of operation in the amount detection mode of optimal tilts, and the amount setting mode of optimal tilts. The amount detection mode of optimal tilts is the mode in which the optimal amount of tilts is detected by changing the amount of tilts, and the amount setting mode of optimal tilts is the mode which fixes the amount of tilts to the optimal amount of tilts. The tilt setting signal generation section 33 determines whether to operate by which mode of operation. The determined mode of operation is transmitted to each block (not shown). The tilt setting signal generation section 33 carries out the sequential output of the three or more different (it sets in the example and is seven) tilt setting signals in the amount detection mode of optimal tilts. Thereby, a sequential setup of the different amount of tilts is carried out (the fixed amount of tilts is set up for every tilt setting signal.). The jitter signal measurement section 540 measures the jitter signal in each amount of tilts (it mentions later for details.). The tilt setting signal generation section 33 outputs the tilt setting signal of the optimal amount of tilts based on the result of an operation which the amount operation part 536 of optimal tilts outputted in the amount setting mode of optimal tilts. Thereby, the optimal amount of tilts is set up.

[0103] The jitter signal measurement section 540 measures the jitter electrical-potential-difference value generated in the jitter measurement section 539 as a jitter value. The tilt setting signal generation section 33 outputs the tilt setting signal for setting the relative inclination (the amount of tilts) of an optical disk 1 and a light beam as a desired include angle to the tilt servo circuit 21. The amount operation part 536 of optimal tilts approximates the relation of the amount of tilts set up based on the tilt setting signal outputted from the tilt setting signal generation section 33, and the jitter value measured by the jitter signal measurement section 540 to a secondary function with the least square method. Based on the secondary function concerned, the amount of tilts from which the jitter value over change of the amount of tilts turns into extremal value (minimal value) is computed as the result of an operation. The result-of-an-operation judging section 537 outputs the result of an operation, and the amount of tilts and the command which makes the relation of a jitter value re-measure to the tilt setting signal generation section 33, when it judges whether the result of an operation computed by the amount operation part 536 of optimal tilts is over predetermined operation threshold value and the result of an operation is over operation threshold value. When the result of an operation is not over operation threshold value, the result of an operation and the information that the result of an operation is in operation threshold value are transmitted to the tilt setting signal generation section 33. The tilt setting signal generation section 33 sets up the inputted result of an operation as an optimal tilt value.

[0104] In the optical disk unit of the example 6 constituted as mentioned above, the actuation is explained using drawing 28 . Drawing 28 is a flow chart which shows actuation of the tilt detecting element 520. If first the power source of an optical disk unit is switched on or an optical disk unit is equipped with an optical disk, the tilt setting signal generation section 33 will set the tilt detecting element 520 as the amount detection mode of optimal tilts (step 2801). It is in the condition which turned ON the focus servo and the tracking servo, and the tilt setting signal generation section 33 carries out the sequential output of the seven tilt setting signals decided beforehand, and the jitter signal measurement section 540 measures [ in / both / the amount detection mode of optimal tilts ] each jitter value (step 2802). With seven tilt setting signals, it changes three steps of inclinations of the optical pickup 3 at a time in the forward direction and the negative direction in S fixed include-angle pitches by making into zero criteria include angle the inclination of the criteria beforehand decided like examples 1-4. That is, a jitter value is measured, changing the amount of tilts which is the relative inclination of the recording surface of an optical disk, and a light beam.

[0105] The tilt setting signal generation section 33 outputs first the tilt setting signal which sets the inclination of the optical pickup 3 as the criteria include angle 0 to the tilt servo circuit 21. After the

criteria include angle 0 has controlled the inclination  $X_1$  of the optical pickup 3, the jitter value  $Y(X_1)$  is measured by the jitter signal measurement section 540. Then, the inclination of the optical pickup 3 is set as +1 step, and the jitter value  $Y(X_2)$  is measured. The jitter values  $Y(X_3)$ ,  $Y(X_4)$ ,  $Y(X_5)$ ,  $Y(X_6)$ , and  $Y(X_7)$  over each amount of tilts are measured a total of 7 times, making it change similarly with inclination +2 step of the optical pickup 3, +3 step, -1 step, -2 step, and -3 step.

[0106] In addition, zero criteria include angle is beforehand set up like the erector of a plant as follows. It sets like an erector, and rotating a flat criteria disk without most curvatures with a spindle motor, the inclination of the optical pickup 3 is adjusted and the inclination is defined as zero criteria include angle so that a light beam may be irradiated almost at right angles to a criteria disk. That is, to the optical disk whose amount of curvatures is about 0 times, the relative inclination (the amount of tilts) of the recording surface of an optical disk and a light beam serves as an optimum value at zero criteria include angle. And when the inclination of the optical pickup 3 is in agreement with zero criteria include angle, an angle-of-rotation detection sensor (not shown) is attached in the revolving shaft of the tilt motor 24 so that a zero-point signal may be outputted. Or when the inclination of the optical pickup 3 is in agreement with zero criteria include angle, the output circuit of an angle-of-rotation detection sensor is adjusted so that a zero-point signal may be outputted. Therefore, if angle of rotation of the tilt motor 24 is set as the include angle to which a zero-point signal is outputted, the inclination of the optical pickup 3 will become zero criteria include angle, and if angle of rotation of the tilt motor 24 is controlled based on the output of an angle-of-rotation detection sensor, the inclination of the optical pickup 3 can be set as the inclination from which only the predetermined include angle shifted [ include angle / zero / criteria ].

[0107] Next, the amount of optimal tilts is calculated based on a measurement value (step 2803). Here, the jitter value change to the inclination of the optical pickup 3 is shown to drawing 19. The jitter value change to the inclination of the optical pickup 3 shows the property near a secondary [ about ] function like change of TE signal amplitude as drawing 1919. However, the amount of tilts from which a secondary multiplier serves as a forward convex secondary curve, and a jitter serves as the minimum turns into the amount of optimal tilts. Therefore, it asks for the include angle from which the jitter value change to the amount of tilts is approximated to a secondary function with the least square method, and a jitter value becomes min. Then, the secondary function of a formula (1) is resembled, using a jitter value as  $Y(X)$  by using the ratio to travel  $S$  of the inclination (the amount of tilts) of optical pickup to  $X$  (if measurement of the seven above-mentioned steps being taken for an example  $X = -3, \dots, 0..3$ ). When the operation approach is the same as that of an example 1 and the measurement value of the jitter value at the time of setting the amount  $X$  of tilts of the  $j$ -th measurement to  $X_j$  is set to  $Y_j$ , the error amount  $v_j$  of the value of the approximated formula (1) and the actual measurement value  $Y_j$  is shown in a formula (2).

[0108] It is determined that multipliers  $a$ ,  $b$ , and  $c$  will make into min the sum of squares  $E$  of the error  $v_j$  shown in a formula (3). It can ask for multipliers  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , and  $d$  by solving the determinant of a formula (4). Here, each function [ in a formula (4) ]  $P(k)$ ,  $Q(k)$ , and  $Y_1$  are as having been shown in the formula (5), the formula (6), and the formula (7). Since the amount of tilts is set up with  $X_1=0$ ,  $X_2=+1$ ,  $X_3=+2$ ,  $X_4=+3$ ,  $X_5=-1$ ,  $X_6=-2$ , and  $X_7=-3$ ,  $X_2$ ,  $X_5$ ,  $X_3$  and  $X_6$ , and  $X_4$  and  $X_7$  Mutually, since the sign is reverse,  $P(1)$  and  $P(3)$  are set to 0, it is simplified and a formula (4) turns into a formula (8).  $X$  from which  $Y$  becomes maximum with the secondary function of a formula (1) is calculated by the formula (9), and the secondary multiplier  $a$  and the primary multiplier  $b$  can be computed from the jitter value  $Y_j$  and formula (8) which were measured. When these are summarized,  $X_{min}$  (value of  $X$  from which  $Y$  becomes the minimal value) is shown by the formula which transposed  $X_{max}$  of a formula (9) and a formula (10) to  $X_{min}$ . Moreover, it can ask for the secondary multiplier  $a$  by the formula (11).

[0109] By the above, it can ask for the include angle theta of the amount of tilts from which a jitter value turns into the minimum value by the product of  $X_{min}$  computed by  $S$  travel and the formula (9) ( $\theta = S \times X_{min}$ ). For example, drawing 20 shows the secondary curve which approximated travel  $S$  to the secondary function with the least square method based on a plot and measurement value of the jitter electrical-potential-difference value measured while changing the amount of tilts at 0.2 degrees, and is the case where calculated  $X_{min}$  are 1.05 steps. The amount of tilts from which a jitter value serves as

min at this time becomes 0.21 degrees. Thus, the amount operation part 536 of optimal tilts approximates the relation of the amount of tilts set up based on the tilt setting signal outputted from the tilt setting signal generation section 33, and the jitter electrical-potential-difference value measured by the jitter signal measurement section 540 to a secondary function with the least square method as mentioned above, and computes the amount of tilts from which the jitter value over change of the amount of tilts serves as min as the result of an operation.

[0110] Next, actuation of the result-of-an-operation judging section 537 is explained. First, in order that the result-of-an-operation judging section 537 may calculate correctly the true amount of optimal tilts from which a jitter value serves as min, the result of an operation computed by the amount operation part 536 of optimal tilts judges whether it is over predetermined operation threshold value (step 2804). Drawing 21 shows the jitter value change to the amount of tilts at the time of being about 2.75 times whose true amounts of optimal tilts from which a jitter value serves as min are  $S = 0.2$  travel with a broken line. For example, the amount of curvatures of an optical disk 1 is extremely large, and when it is about -0.55 degrees, it will be in such a condition. In this case, the plot of a white round head shows the measured value which was made to carry out \*\*3 step change of the amount of tilts at one steps [ 0.2 ] to zero criteria include angle, and measured the jitter electrical-potential-difference value. Moreover, a continuous line shows the secondary curve approximated with the least square method using this measurement value. Since true extremal value (the amount of tilts from which a jitter value serves as min) is near -3 step which is the maximum step by the side of minus so that clearly from drawing 21 , the extremal value computed from the measured value in \*\*3 step will become -3.6 step in response to the effect of a measurement error.

[0111] Thus, in order to prevent the miscalculation appearance of the amount of optimal tilts in case the amount of optimal tilts from which a jitter value serves as min is greatly shifted from the criteria include angle, operation threshold value is set up beforehand, and when the result of an operation is over the operation threshold value, it progresses to step 2805. In step 2805, a criteria include angle is shifted in the direction in which the result of an operation has shifted, and is reset. a criteria include angle of tilt setting signal with which the tilt setting signal generation section 33 outputs the result-of-an-operation judging section 537 when the result of an operation is specifically over operation threshold value by the side of -3.6 step and minus like this example by using operation threshold value as \*\*2 step minus-side - - 2 step \*\*\*\*\* -- it orders like. That is, a criteria include angle is reset and re-measured at the include angle of -0.4 degrees. Return and the tilt setting signal generation section 33 output zero step, +1 step, +2 step, +3 step, -1 step, -2 step, -3 step, and the changed tilt setting signal to step 2802 to a new criteria include angle again. The jitter value over each amount of tilts (tilt setting signal) is measured a total of 7 times.

[0112] The plot of the black dot in drawing 21 is the re-measured jitter electrical-potential-difference value, and the extremal value approximated and computed with the least square method using this measurement value is in agreement with the true extremal value of optimal tilts from which a jitter value serves as min, i.e., the amount. Again, the result of an operation by which the result-of-an-operation judging section 537 was computed by the amount operation part 536 of optimal tilts judges whether it is over predetermined operation threshold value (step 2804). If the result of an operation is in operation threshold value, it will progress to step 2806. In step 2806, the tilt setting signal generation section 33 sets the tilt detecting element 520 as the amount setting mode of optimal tilts. Next, the tilt setting signal generation section 33 outputs the optimal tilt setting signal according to the inputted result of an operation (step 2807). The tilt drive 26 carries out the tilt of the optical disk 1 the optimal.

[0113] On the contrary, when the result measured and calculated at \*\*3 step by making 0 times into a criteria include angle when the amount of curvatures of an optical disk 1 was large to a plus side is over the operation threshold value by the side of plus (+2 step), in step 2805, it turns [ +2 step \*\* ] on a criteria include angle plus-side, and re-measurement and a re-operation are performed (steps 2802 and 2803). The amount of optimal tilts can be correctly calculated by resetting a criteria include angle and performing re-measurement and a re-operation by these, also when the amount of curvatures of an optical disk is extremely large and the amount of optimal tilts is greatly shifted from the criteria include

angle.

[0114] Furthermore, the secondary multiplier in the secondary function which approximated the result-of-an-operation judging section 537 with the least square method performs forward or a negative judgment. Drawing 22 shows the jitter electrical-potential-difference value change to the amount of tilts when the true amount of optimal tilts is still larger than the case where drawing 21 shows with a broken line, when it is about 3.7 times [ which is  $S= 0.2$  travel ] the true amount of optimal tilts of this from which a jitter value serves as min. In this case, the plot of a white round head shows the measured value which was made to carry out \*\*3 step change of the amount of tilts at one steps [ 0.2 ] to zero criteria include angle, and measured the jitter electrical-potential-difference value. Moreover, a continuous line shows the secondary curve approximated with the least square method using this measurement value.

[0115] Thus, when the true amount of optimal tilts is greatly shifted from the criteria include angle to the minus side, a jitter value becomes the curve of a monotone increase mold, and the multiplier of the secondary curve approximated with the least square method becomes easy to be influenced of a noise etc. For example, as shown in drawing 22  $R> 2$ , when the jitter value in +3 travel has measured smaller than true value, if  $Y (X)$  is approximated with the least square method, approximation which was mistaken on the convex secondary curve will be performed. Therefore, the secondary multiplier a shown by the formula (11) is computed with a negative value, and the result of an operation is computed as value [ amount / of optimal tilts / true ] completely shifted. In this case, it will specifically compute with result-of-an-operation  $X_{min}=+8.8$  step to 2 order multiplier  $a=-6.71$ .

[0116] In order to prevent such fault, the result-of-an-operation judging section 537 judges whether an error is in an operation by the positive/negative of a secondary multiplier, when a secondary multiplier is negative, it judges with the result of an operation not being right, and resets a criteria include angle. In resetting of a criteria include angle, the direction which should shift a criteria include angle by the positive/negative of the result of an operation computed as extremal value is judged. When the result of an operation is forward, it turns [ 2 step \*\* ] on a criteria include angle minus-side, and in a negative case, it is 2 step \*\*\*\*\* to a plus side. Since the result of an operation is forward when shown in drawing 2222, it turns [ 2 step \*\* ] on a criteria include angle minus-side, and re-measurement and a re-operation are performed. It is the jitter electrical-potential-difference value to which the plot of the black dot in drawing 22 shifted and re-measured the criteria include angle to the minus side, and the extremal value approximated and computed with the least square method using this measurement value is in agreement with the true extremal value of optimal tilts from which a jitter value serves as min, i.e., the amount.

[0117] As mentioned above, carrying out \*\*3 travel change of the amount of tilts a core [ a criteria include angle ], in order to calculate the recording surface of an optical disk, and the optimum value of the relative inclination of a light beam with a sufficient precision as an inclination from which a jitter serves as min, even when the amount of curvatures of an optical disk 1 is large, this example 6 approximates the relation between the amount of tilts, and a jitter value to a secondary function with the least square method, and computes the amount of optimal tilts from which a jitter value turns into extremal value as the result of an operation. And even when the amount of curvatures of an optical disk 1 is large, in order to mistake the amount of optimal tilts and to ask that there is nothing First, it judges whether it is over \*\*2 step which the result of an operation set up as operation threshold value. When the result of an operation is over the operation threshold value by the side of plus, only +2 step shifts and resets a criteria include angle, when the result of an operation is over the operation threshold value by the side of minus, only -2 step is shifted and reset, and re-measurement and a re-operation are performed. Thus, even when the amount of curvatures of an optical disk 1 is large, finally the right result of an operation is called for re-measurement and by re-calculating.

[0118] Furthermore, while the secondary multiplier in the approximated secondary function judges forward or negative, the result of an operation judges the forward direction, the negative direction, or whether (whether the amount of tilts in extremal value to be a forward value or a forward negative value to a criteria include angle) on the basis of a criteria include angle. When a secondary multiplier is negative, it judges with an error being in the result of an operation, and a criteria include angle is reset.

On the basis of a criteria include angle, in the case of a plus direction (the amount of tilts in extremal value is a forward value to a criteria include angle), only -2 step shifts a criteria include angle, the result of an operation resets it, on the basis of a criteria include angle, only +2 step shifts a criteria include angle, the result of an operation resets it in the case of the minus direction (the amount of tilts in extremal value is a negative value to a criteria include angle), and re-measurement and a re-operation are performed. Thus, even when the amount of curvatures of an optical disk 1 is large, finally the right result of an operation is called for re-measurement and by re-calculating.

[0119] The tilt setting signal generation section 33 memorizes the right result of an operation as an amount of optimal tilts. the time of record or playback actuation -- ( -- it is the amount setting mode of optimal tilts.) -- the tilt setting signal generation section 33 outputs the tilt setting signal for setting it as the amount of optimal tilts to the tilt servo circuit 21, and the relative inclination of an optical disk 1 and a light beam is controlled by the tilt servo circuit 21 by the amount of optimal tilts. As mentioned above, according to the configuration of the example 6 of this invention, without forming special detection equipments, such as a tilt sensor, even when the amount of curvatures of an optical disk is large, the optical disk unit which can detect correctly the inclination of the recording surface of an optical disk to the optical axis of a light beam with a jitter signal, and can control the inclination of the recording surface of an optical disk to the optical axis of a light beam with a precision sufficient at the optimal include angle is offered. Although the error of whenever [ in a tilt sensor / tilt angle ], and whenever [ in an optical pickup 3 / tilt angle ] was a problem in the conventional example using a separate tilt sensor, there cannot be no such an error in the optical disk unit of this invention which computes the optimal amount of tilts based on the reflected light which the optical pickup 3 inputted.

[0120] <<example 7>> The optical disk unit of the example 7 of this invention is explained hereafter, referring to a drawing. In the example 7, the tilt drive was considered as the configuration which changes the include angle of the objective lens 4 which converges a light beam. In the examples 1-6, in order to change the amount of tilts, the inclination of the optical pickup 3 was changed, but the same effectiveness is acquired even if it makes it the configuration which changes the inclination of an objective lens 4. That is, a light beam can change the include angle which carries out incidence to the recording surface of an optical disk 3 by changing the inclination of an objective lens 4. Therefore, in this example 7, the amount of optimal tilts from which TE signal amplitude serves as max can be calculated, changing the amount of tilts by changing the inclination of an objective lens 4 like an example 1.

[0121] The configuration of the tilt actuator which leans an objective lens 4 to drawing 23 is shown. The tilt actuator consists of a magnet 8, an inner circumference side focus drive coil 641, and a periphery side focus drive coil 642. If an electrical potential difference in phase is applied to the inner circumference side focus drive coil 641 and the periphery side focus coil 642, an objective lens 4 will be driven in the direction of a focus (the vertical direction). Moreover, if the electrical potential difference of an opposite phase is applied to the inner circumference side focus drive coil 641 and the periphery side focus coil 642, an objective lens 4 inclines and can control whenever [ angle-of-inclination / of an objective lens 4 ] by controlling the electrical potential difference inputted into these coils.

[0122] Drawing 24 is the block diagram showing the configuration of the optical disk unit of the example 7 of this invention. Compared with the configuration of drawing 1, the optical disk unit of an example 7 is characteristic in carrying out adjustable [ of the tilt ], and replacing with the tilt servo circuit 21 and having the tilt servo section 621 by changing the include angle of the objective lens 4 of an optical pickup 3. The output signal of the tilt servo circuit section 621 is added with the output signal of the focus servo circuit 6, and an objective lens 4 is driven with the addition signal concerned.

[0123] Drawing 25 is \*\*\*\*\* which shows the configuration of the tilt servo circuit 621. The tilt servo circuit 621 controls the inclination of an objective lens 4 so that whenever [ illuminating-angle / of the light beam irradiated by the optical disk 1 ] turns into a desired include angle. Based on the tilt setting signal from the tilt setting signal generation section 33, it consists of the tilt servo signal generating section 623 which outputs a tilt servo signal, and a tilt drive circuit 643 which impresses an electrical potential difference to the inner circumference side focus drive coil 641 and the periphery side focus coil

642 based on a tilt servo signal. It is the same as that of an example 1, the tilt detecting element 20 has the same configuration as drawing 5, and other configurations consist of TE signal amplitude measurement section 35, the tilt setting signal generation section 33, amount operation part 36 of optimal tilts, and the result-of-an-operation judging section 637 (it replaces with the result-of-an-operation judging section 37 of drawing 5, and has the result-of-an-operation judging section 637.). TE signal amplitude measurement section 35 measures the amplitude of the tracking error signal (TE signal) generated in the regenerative-signal processing circuit 19.

[0124] The tilt setting signal generation section 33 outputs the tilt setting signal for setting the relative inclination (the amount of tilts) of an optical disk 1 and a light beam as a desired include angle to the tilt servo circuit 621. The amount operation part 36 of optimal tilts approximates the relation between the amount of tilts set up based on the tilt setting signal outputted from the tilt setting signal generation section 33, and the amplitude value of TE signal measured by TE signal amplitude measurement section 35 to a secondary function with the least square method. The amplitude value of TE signal to change of the amount of tilts computes the amount of tilts used as extremal value as the result of an operation using the secondary function concerned. The result-of-an-operation judging section 637 outputs the result of an operation, and the amount of tilts and the command which makes the relation of the amplitude value of TE signal re-measure to the tilt setting signal generation section 33, when it judges whether the result of an operation computed by the amount operation part of optimal tilts is over predetermined operation threshold value and the result of an operation is over operation threshold value. When the result of an operation is not over operation threshold value, the result of an operation and the information that the result of an operation is in operation threshold value are transmitted to the tilt setting signal generation section 33. The tilt setting signal generation section 33 sets up the result of an operation concerned as an optimal tilt value.

[0125] Thus, even when the amount of curvatures of an optical disk 1 is large, finally the right result of an operation is called for re-measurement and by re-calculating. And the tilt setting signal generation section 33 memorizes the right result of an operation as an amount of optimal tilts. the time of record or playback actuation -- ( -- it is the amount setting mode of optimal tilts.) -- the tilt setting signal generation section 33 outputs the tilt setting signal for setting it as the amount of optimal tilts to the tilt servo circuit 21, and can control the relative inclination of an optical disk 1 and a light beam in the amount of optimal tilts by controlling the inclination of an objective lens 4 by the tilt servo circuit 621. As mentioned above, according to the configuration of the example 7 of this invention, without forming tilt drives, such as special detection equipments, tilt motors, etc., such as a tilt sensor, even when the amount of curvatures of an optical disk is large, the optical disk unit which can detect correctly the inclination of the recording surface of an optical disk to the optical axis of a light beam with a jitter signal, and can control the inclination of the recording surface of an optical disk to the optical axis of a light beam with a precision sufficient at the optimal include angle is offered. Although the error of whenever [ in a tilt sensor / tilt angle ], and whenever [ in an optical pickup 3 / tilt angle ] was a problem in the conventional example using a separate tilt sensor, there cannot be no such an error in the optical disk unit of this invention which computes the optimal amount of tilts based on the reflected light which the optical pickup 3 inputted.

[0126] As mentioned above, since the optical disk unit of this invention can detect the amount of optimal tilts certainly, without forming special detection equipments, such as a tilt sensor, also when the amount of curvatures of an optical disk is large, it can realize a reliable tilt servo with high degree of accuracy very much. The configuration of the optical disk unit of this invention Therefore, DVD-R equipment, DVD-RAM equipment, The optical disk record regenerative apparatus which performs both record of DVD-RW equipment, CD-R equipment, CD-RW equipment, magneto-optic-recording equipment, etc., and playback, And also in which optical disk unit of optical disk regenerative apparatus, such as DVD-ROM equipment only for playbacks, CD-ROM equipment, and MD equipment only for playbacks, and the optical disk recording apparatus which performs only record, it is suitable, and it cannot be overemphasized that the same effectiveness is done so in any case.

[0127]

[Effect of the Invention] As mentioned above, the optical disk unit of this invention detects the amount of tilts which is the relative inclination of the recording surface of an optical disk, and a light beam using the regenerative signal of optical pickup. By changing the inclination of optical pickup, and the inclination of an objective lens, the amplitude value and the jitter value of a regenerative signal are measured changing the amount of tilts, and the amount of tilts and the relation of the amplitude value of a regenerative signal are approximated to a secondary function with the least square method. The amount of tilts from which the amplitude value of a regenerative signal to change of the amount of tilts serves as max, or the amount of tilts from which a jitter value serves as min is computed, and it considers as the amount of optimal tilts. Since it corresponded when the amount of curvatures of an optical disk is still extremely larger and the grace of a regenerative signal falls remarkably, when a means by which the computed amount of optimal tilts judges whether it is the right was established and it judged with it not being right, the amount of tilts was again changed in the include-angle range corresponding to the curvature include angle of an optical disk, and it considered as the configuration which performs re-measurement and a re-operation. It becomes possible not to be concerned with the size of the amount of curvatures of an optical disk, to detect correctly the inclination of the recording surface of an optical disk to the optical axis of a light beam, and to control the inclination of the recording surface of an optical disk to the optical axis of a light beam with a precision sufficient at the optimal include angle by this configuration, without forming special detection equipments, such as a tilt sensor. Therefore, it is small and a thin shape, and a reliable optical disk unit can be realized.

---

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-342963

(P2002-342963A)

(43)公開日 平成14年11月29日 (2002.11.29)

(51)Int.Cl'

G 11 B 7/095

識別記号

F I

G 11 B 7/095

マーク\*(参考)

G 5 D 1 1 8

審査請求 未請求 請求項の数20 O.L (全35頁)

(21)出願番号 特願2001-147877(P2001-147877)

(22)出願日 平成13年5月17日 (2001.5.17)

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社  
大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 正木 清  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 白神 和治  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74)代理人 100062926  
弁理士 東島 陸治

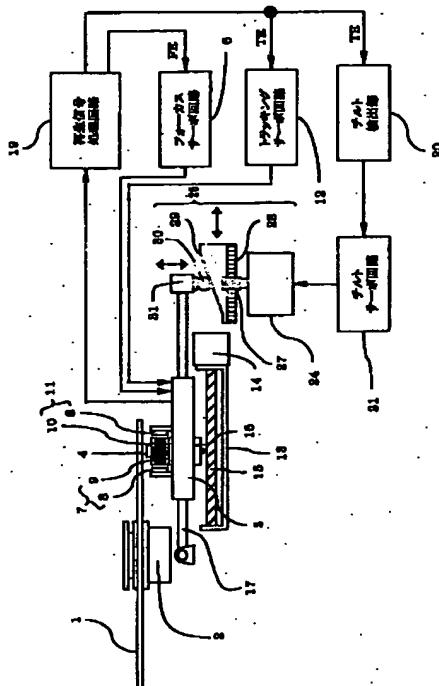
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光ディスク装置及びその制御方法

(57)【要約】 (修正有)

【課題】 チルトセンサなどの特別な検出装置を設けることなく、光ビームの光軸に対する光ディスクの記録面の傾きを光学ピックアップによる再生信号によって正確に検出し、かつ光ビームの光軸に対する光ディスクの記録面の傾きを最適な角度に制御することができる光ディスク装置を提供する。

【解決手段】 光ディスク1の記録面と光ビームの相対傾き(チルト量)を基準角度を中心として所定ステップ角度で変化させながら再生信号の振幅値を計測する計測手段20と、チルト量と再生信号の振幅値の関係を最小二乗法により2次関数に近似して再生信号の振幅値が最大となる最適チルト量を演算結果として演算手段と、演算結果の正否を判定する手段を有し、演算結果が異常の場合には基準角度を所定ステップだけずらして再設定し、再計測・再演算を行う。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 スパイral状または同心円状に形成されたトラックを有する光ディスクに光ビームを集束して照射し、信号の記録または再生を行う光学ピックアップと、

前記光ディスクからの反射光を受光する光検出器と、前記光ディスクの記録面と前記光ビームの相対傾きであるチルト量に応じて変化する信号を前記光検出器の出力信号を用いて生成する再生信号処理部と、

第1のモードにおいては前記チルト量を複数の異なる値に設定する指令信号を順次出力し、第2のモードにおいては前記チルト量を最適チルト値に設定するチルト設定信号生成部と、

前記チルト設定信号生成部の出力信号に応じて前記チルト量を可変するチルト駆動機構と、

前記指令信号に基づいて前記チルト駆動機構を駆動して前記チルト量を順次変化させたときの前記再生信号処理部の出力値を計測する再生信号計測部と、

前記指令信号によって変化させた前記チルト量と前記再生信号計測部の計測値とに基づいて前記最適チルト値を算出する最適チルト量演算部と、

を具備することを特徴とする光ディスク装置。

【請求項2】 スパイral状または同心円状に形成されたトラックを有する光ディスクに光ビームを集束して照射し、信号の記録または再生を行う光学ピックアップと、

前記光ディスクからの反射光を受光する光検出器と、前記光ディスクの記録面と前記光ビームの相対傾きであるチルト量に応じて変化する信号を前記光検出器の出力信号を用いて生成する再生信号処理部と、

第1のモードにおいては前記チルト量を複数の異なる値に設定する指令信号を順次出力し、第2のモードにおいては前記チルト量を最適チルト値に設定するチルト設定信号生成部と、

前記チルト設定信号生成部の出力信号に応じて前記チルト量を可変するチルト駆動機構と、

前記指令信号に基づいて前記チルト駆動機構を駆動して前記チルト量を順次変化させたときの前記再生信号処理部の出力値を計測する再生信号計測部と、

前記指令信号によって変化させた前記チルト量と前記再生信号計測部の計測値との関係を最小二乗法により所定の関数に近似し、前記関数に基づいて前記最適チルト値を算出する最適チルト量演算部と、

を具備することを特徴とする光ディスク装置。

【請求項3】 前記最適チルト量演算部で算出された前記最適チルト値が、前記チルト設定信号生成部の指令信号に応じて定められる演算限界値を越えているか否かを判定し、前記最適チルト値が正方向の前記演算限界値を越えていた場合には前記チルト設定信号生成部の指令信号をそれによって定められるチルト値が正方向に所定量

10

20

30

40

50

だけ変化するように再設定し、前記最適チルト値が負方向の前記演算限界値を越えていた場合には前記チルト設定信号生成部の指令信号をそれによって定められるチルト値が負方向に所定量だけ変化するように再設定し、前記最適チルト値が前記演算限界値が越えていない場合には前記チルト設定信号生成部に前記最適チルト値を設定させる演算結果判定部を更に具備し、

前記最適チルト量演算部で算出された前記最適チルト値が正方向または負方向の前記演算限界値を越えていた場合には、前記チルト設定信号生成部は再設定した前記指令信号を出力し、前記再生信号計測部は再設定された前記指令信号に応じて前記チルト量を順次変化させたときの前記再生信号処理部の出力値を再計測し、かつ前記最適チルト量演算部は前記最適チルト値を再算出することを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の光ディスク装置。

【請求項4】 前記チルト量をX、前記再生信号計測部の計測値をYとするとYはXの2次関数で表され、前記最適チルト量演算部は、前記Yが極値となる前記チルト量を最適チルト値として算出し、

前記2次関数の2次係数が正か負かの判定を行い、正の場合には前記チルト設定信号生成部の指令信号をそれによって定められるチルト値が所定量だけ変化するように再設定し、負の場合には前記チルト設定信号生成部に前記最適チルト値を設定させる演算結果判定部を更に有し、

前記2次関数の2次係数が正の場合には、前記チルト設定信号生成部は再設定した前記指令信号を出力し、前記再生信号計測部は再設定された前記指令信号に応じて前記チルト量を順次変化させたときの前記再生信号処理部の出力値を再計測し、かつ前記最適チルト量演算部は前記最適チルト値を再算出することを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の光ディスク装置。

【請求項5】 前記チルト量をX、前記再生信号計測部の計測値をYとするとYはXの2次関数で表され、前記最適チルト量演算部は、前記Yが極値となる前記チルト量を最適チルト値として算出し、

前記2次関数の2次係数が正か負かの判定を行い、負の場合には前記チルト設定信号生成部の指令信号をそれによって定められるチルト値が所定量だけ変化するように再設定し、正の場合には前記チルト設定信号生成部に前記最適チルト値を設定させる演算結果判定部を更に有し、

前記2次関数の2次係数が負の場合には、前記チルト設定信号生成部は再設定した前記指令信号を出力し、前記再生信号計測部は再設定された前記指令信号に応じて前記チルト量を順次変化させたときの前記再生信号処理部の出力値を再計測し、かつ前記最適チルト量演算部は前記最適チルト値を再算出する、

ことを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の光ディ

スク装置。

【請求項6】 前記演算結果判定部は、前記2次関数の2次係数が正か負かを判定すると共に、前記指令信号によって設定される複数の前記チルト量の中心値である基準角度を基準として前記最適チルト値が正方向に位置するか負方向に位置するかを判定し、前記2次係数が負の場合には前記チルト設定信号生成部に前記最適チルト値を設定させ、前記2次係数が正であってかつ前記最適チルト値が前記基準角度を基準として正方向に位置する場合には前記チルト設定信号生成部の指令信号をそれによって定められるチルト値が負方向に所定量だけ変化するように再設定し、前記2次係数が正であってかつ前記最適チルト値が前記基準角度を基準として負方向に位置する場合には前記チルト設定信号生成部の指令信号をそれによって定められるチルト値が正方向に所定量だけ変化するように再設定することを特徴とする請求項4に記載の光ディスク装置。

【請求項7】 前記演算結果判定部は、前記2次関数の2次係数が正か負かを判定すると共に、前記指令信号によって設定される複数の前記チルト量の中心値である基準角度を基準として前記最適チルト値が正方向に位置するか負方向に位置するかを判定し、前記2次係数が正の場合には前記チルト設定信号生成部に前記最適チルト値を設定させ、前記2次係数が負であってかつ前記最適チルト値が前記基準角度を基準として正方向に位置する場合には前記チルト設定信号生成部の指令信号をそれによって定められるチルト値が負方向に所定量だけ変化するように再設定し、前記2次係数が負であってかつ前記最適チルト値が前記基準角度を基準として負方向に位置する場合には前記チルト設定信号生成部の指令信号をそれによって定められるチルト値が正方向に所定量だけ変化するように再設定することを特徴とする請求項5に記載の光ディスク装置。

【請求項8】 前記演算結果判定部は、前記2次関数の2次係数が正か負かを判定すると共に、前記指令信号によって設定される複数の前記チルト量の中心値である基準角度を基準として、前記指令信号によって設定される前記チルト量が前記基準角度に対して正方向に位置する場合に計測された前記計測値の平均である正側平均値と、前記指令信号によって設定される前記チルト量が前記基準角度に対して負方向に位置する場合に計測された前記計測値の平均である負側平均値との大小関係を比較し、前記2次係数が正であってかつ前記正側平均値が前記負側平均値よりも大きい場合には前記チルト設定信号生成部の指令信号をそれによって定められるチルト値が正方向に所定量だけ変化するように再設定し、前記2次係数が正であってかつ前記負側平均値が前記正側平均値よりも大きい場合には前記チルト設定信号生成部の指令信号をそれによって定められるチルト値が負方向に所定量だけ変化するように再設定し、前記2次係数が負の場合には前記チ

ルト設定信号生成部に前記最適チルト値を設定させことを特徴とする請求項4に記載の光ディスク装置。

【請求項9】 前記演算結果判定部は、前記2次関数の2次係数が正か負かを判定すると共に、前記指令信号によって設定される複数の前記チルト量の中心値である基準角度を基準として、前記指令信号によって設定される前記チルト量が前記基準角度に対して正方向に位置する場合に計測された前記計測値の平均である正側平均値と、前記指令信号によって設定される前記チルト量が前記基準角度に対して負方向に位置する場合に計測された前記計測値の平均である負側平均値との大小関係を比較し、前記2次係数が負であってかつ前記正側平均値が前記負側平均値よりも大きい場合には前記チルト設定信号生成部の指令信号をそれによって定められるチルト値が負方向に所定量だけ変化するように再設定し、前記2次係数が負であってかつ前記負側平均値が前記正側平均値よりも大きい場合には前記チルト設定信号生成部の指令信号をそれによって定められるチルト値が正方向に所定量だけ変化するように再設定し、前記2次係数が正の場合には前記チルト設定信号生成部に前記最適チルト値を設定させことを特徴とする請求項5に記載の光ディスク装置。

【請求項10】 前記演算結果判定部は、前記2次関数の2次係数が正か負かを判定すると共に、前記指令信号によって設定される複数の前記チルト量の中心値である基準角度を基準として、前記指令信号によって設定される前記チルト量が前記基準角度に対して正方向に位置する場合に計測された前記計測値の平均である正側平均値と、前記指令信号によって設定される前記チルト量が前記基準角度に対して負方向に位置する場合に計測された前記計測値の平均である負側平均値との大小関係を比較し、前記最適チルト量演算部で算出された前記最適チルト値が前記基準角度に対して正方向に位置しあつ前記負側平均値が前記正側平均値よりも大きい場合には、前記チルト設定信号生成部の指令信号をそれによって定められるチルト値が負方向に所定量だけ変化するように再設定し、前記最適チルト値が前記基準角度に対して負方向に位置しあつ前記正側平均値が前記負側平均値よりも大きい場合には前記チルト設定信号生成部の指令信号をそれによって定められるチルト値が正方向に所定量だけ変化するように再設定し、

前記チルト設定信号生成部の指令信号が再設定された場合には、前記チルト設定信号生成部は再設定した前記指令信号を出し、前記再生信号計測部は再設定された前記指令信号に応じて前記チルト量を順次変化させたときの前記再生信号処理部の出力値を再計測し、かつ前記最適チルト量演算部は前記最適チルト値を再算出する、ことを特徴とする請求項4に記載の光ディスク装置。

【請求項11】 前記演算結果判定部は、前記2次関数の2次係数が正か負かを判定すると共に、前記指令信号によって設定される複数の前記チルト量の中心値である

基準角度を基準として、前記指令信号によって設定される前記チルト量が前記基準角度に対して正方向に位置する場合に計測された前記計測値の平均である正側平均値と、前記指令信号によって設定される前記チルト量が前記基準角度に対して負方向に位置する場合に計測された前記計測値の平均である負側平均値との大小関係を比較し、前記最適チルト量演算部で算出された前記最適チルト量が前記基準角度に対して正方向に位置しかつ前記正側平均値が前記負側平均値よりも大きい場合には、前記チルト設定信号生成部の指令信号をそれによって定められるチルト量が負方向に所定量だけ変化するように再設定し、前記最適チルト量が前記基準角度に対して負方向に位置しかつ前記負側平均値が前記正側平均値よりも大きい場合には前記チルト設定信号生成部の指令信号をそれによって定められるチルト量が正方向に所定量だけ変化するように再設定し、前記チルト設定信号生成部の指令信号が再設定された場合には、前記チルト設定信号生成部は再設定した前記指令信号を出し、前記再生信号計測部は再設定された前記指令信号に応じて前記チルト量を順次変化させたときの前記再生信号処理部の出力値を再計測し、かつ前記最適チルト量演算部は前記最適チルト量を再算出する、ことを特徴とする請求項5に記載の光ディスク装置。

【請求項12】 前記再生信号処理部の出力値がトラッキングエラー信号であって、前記再生信号計測部がトラッキングエラー信号振幅計測部であることを特徴とする請求項1、請求項2、請求項3、請求項4、請求項6、請求項8又は請求項10に記載の光ディスク装置。

【請求項13】 前記再生信号処理部の出力値が前記光検出器に含まれる複数の発光素子の出力信号の加算信号に応じた出力値であって、前記再生信号計測部が前記加算信号の振幅を計測する加算信号振幅計測部であることを特徴とする請求項1、請求項2、請求項3、請求項4、請求項6、請求項8又は請求項10に記載の光ディスク装置。

【請求項14】 前記再生信号計測部がジッタ信号計測部であるであることを特徴とする請求項1、請求項2、請求項3、請求項5、請求項7、請求項9又は請求項11に記載の光ディスク装置。

【請求項15】 前記チルト駆動機構が光ビームを集束する対物レンズの角度を変える構成であることを特徴とする請求項1から請求項14のいずれかの請求項に記載の光ディスク装置。

【請求項16】 スパイラル状または同心円状に形成されたトラックを有する光ディスクに光ビームを集束して照射し、信号の記録または再生を行う光学ピックアップと、

前記光ディスクからの反射光を受光する光検出器と、前記光ディスクの記録面と前記光ビームの相対傾きであるチルト量に応じて変化する信号を前記光検出器の出力

信号を用いて生成する再生信号処理部と、前記再生信号処理部の出力値を計測する再生信号計測部と、前記チルト量を可変するチルト駆動機構と、を具備する光ディスク装置の制御方法であって、前記チルト量を複数の異なる値に設定する指令信号を順次出し、前記指令信号に応じて前記チルト駆動機構を駆動して前記チルト量を順次変化させ、前記チルト量を順次変化させたときの前記再生信号処理部の出力信号を計測し、前記指令信号によって変化させた前記チルト量と前記再生信号計測部の計測値に基づいて最適チルト量を算出する最適チルト量検出ステップと、前記チルト量を前記最適チルト量に設定する最適チルト量設定ステップと、を有することを特徴とする光ディスク装置の制御方法。

【請求項17】 前記最適チルト量検出ステップにおいて、前記指令信号によって変化させた前記チルト量と前記再生信号計測部の計測値との関係を最小二乗法により所定の関数に近似し、前記関数に基づいて前記最適チルト量を算出することを特徴とする請求項16に記載の光ディスク装置の制御方法。

【請求項18】 前記最適チルト量検出ステップにおいて、前記最適チルト量が前記指令信号に応じて定められる演算限界値を越えているか否かを判定し、前記最適チルト量が正方向の前記演算限界値を越えていた場合には、前記指令信号をそれによって定められるチルト量が正方向に所定量だけ変化するように再設定して、前記最適チルト量検出ステップを再実行し、前記最適チルト量が負方向の前記演算限界値を越えていた場合には、前記指令信号をそれによって定められるチルト量が負方向に所定量だけ変化するように再設定して、前記最適チルト量検出ステップを再実行し、

前記最適チルト量が前記演算限界値が越えていない場合には最適チルト量設定ステップを実行する、ことを特徴とする請求項16又は請求項17に記載の光ディスク装置の制御方法。

【請求項19】 前記最適チルト量検出ステップにおいて、前記チルト量をX、前記再生信号計測部の計測値をYとするとYはXの2次関数で表され、前記Yが極値となる前記チルト量を最適チルト量として算出し、且つ前記2次関数の2次係数が正か負かの判定を行い、前記2次関数の2次係数が正の場合には前記指令信号をそれによって定められるチルト量が所定量だけ変化するように再設定して、前記最適チルト量検出ステップを再実行し、

前記2次関数の2次係数が負の場合には最適チルト量設定ステップを実行する、ことを特徴とする請求項16又は請求項17に記載の光ディスク装置の制御方法。

【請求項20】 前記最適チルト量検出ステップにおいて

て、前記チルト量をX、前記再生信号計測部の計測値をYとするとYはXの2次関数で表され、前記Yが極値となる前記チルト量を最適チルト値として算出し、且つ前記2次関数の2次係数が正か負かの判定を行い、前記2次関数の2次係数が負の場合には前記指令信号をそれによって定められるチルト値が所定量だけ変化するように再設定して、前記最適チルト量検出ステップを再実行し、前記2次関数の2次係数が正の場合には最適チルト量設定ステップを実行する、ことを特徴とする請求項16又は請求項17に記載の光ディスク装置の制御方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光ディスクに光ビームを照射して情報の記録や再生を行う光ディスク装置及びその制御方法に関し、特に光ディスクの記録面と光ビームの相対的な傾きを制御するチルト制御に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】近年、大容量のデータを記録再生する手段として、より高い記録密度で記録または再生できる光ディスク装置が要望されている。高密度記録の光ディスク装置を実現するためには、光ビームの光軸に対する光ディスクの記録面の傾き（チルト量）を最適な角度に制御する必要がある。光ビームの光軸に対する光ディスクの記録面の傾き（チルト量）が最適な角度に保たれない場合には、光ディスクに光ビームを集束した際の光スポットが収差をもち、高密度に記録されたデータを正確に読み出すことや、品質のよい信号を高密度で記録することは困難である。ところが光ディスクの基板は、一般的に樹脂材料を成形して構成されているために、成形時のひずみや保存状態などにより反りを生じる場合が多い。このような反りを有する光ディスクの記録面に対して光ビームの光軸の傾き（チルト量）を制御する方法として従来からいくつかの方法が提案されている。

【0003】例えば、実開平2-72414号公報、特開平7-272300号公報、特開平10-308923号公報などにおいては、発光素子と2分割された受光素子で構成されたいわゆるチルトセンサを光ヘッド上に設け、このチルトセンサで光ヘッドと光ディスクの記録面の相対的な傾きを検出し、チルトセンサの検出信号に基づいて光ヘッド全体を駆動機構によって傾けながら光ビームの光軸に対する光ディスクの記録面の傾きを制御する装置が提案されている。また、特開平10-812564号公報には、チルトセンサを光ヘッド上ではなくシャーシ上に固定して設け、これらで検出された信号から光ディスクの反りを求めてチルト量を補正する装置が開示されている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら従来の構成では、光ビームの光軸に対する光ディスクの記録面の傾きを検出するためにそれ専用のチルトセンサを用いていた。よって、チルトセンサを配置するためのスペースが必要となると共にセンサ単体のみならずその駆動用回路、検出用回路を合わせたコストアップを招いていた。また、チルトセンサによっては光ビームの光軸と光ディスクの記録面の相対傾きそのものを検出するものではないため、チルトセンサの検出原点角度と光ビームの光軸の傾きを合わせるための調整作業が必要になる。さらにチルトセンサが傾きを検出する位置と光スポットの位置を一致させるのは困難のため、光スポットの位置での光ディスクの記録面の傾きを検出することもできず、検出誤差が生じていた。

【0005】本発明は、上記の課題を鑑みてなされたものであり、チルトセンサなどの特別な検出装置を設けることなく、光ビームの光軸に対する光ディスクの記録面の傾きを光学ピックアップで読み取った再生信号を用いて正確に検出し、かつ光ビームの光軸に対する光ディスクの記録面の傾きを最適な角度に制御することができる光ディスク装置を提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】前記の問題点を解決するために本発明は、以下の構成を有する。本発明の第1の構成は、スパイラル状または同心円状に形成されたトラックを有する光ディスクに光ビームを集束して照射し、信号の記録または再生を行う光学ピックアップと、前記光ディスクからの反射光を受光する光検出器と、前記光ディスクの記録面と前記光ビームの相対傾きであるチルト量に応じて変化する信号を前記光検出器の出力信号を用いて生成する再生信号処理部と、第1のモードにおいては前記チルト量を複数の異なる値に設定する指令信号を順次出し、第2のモードにおいては前記チルト量を最適チルト値に設定するチルト設定信号生成部と、前記チルト設定信号生成部の出力信号に応じて前記チルト量を可変するチルト駆動機構と、前記指令信号に基づいて前記チルト駆動機構を駆動して前記チルト量を順次変化させたときの前記再生信号処理部の出力値を計測する再生信号計測部と、前記指令信号によって変化させた前記チルト量と前記再生信号計測部の計測値とに基づいて前記最適チルト値を算出する最適チルト量演算部と、を具備することを特徴とする光ディスク装置である。

【0007】又、本発明の第16の構成は、スパイラル状または同心円状に形成されたトラックを有する光ディスクに光ビームを集束して照射し、信号の記録または再生を行う光学ピックアップと、前記光ディスクからの反射光を受光する光検出器と、前記光ディスクの記録面と前記光ビームの相対傾きであるチルト量に応じて変化する信号を前記光検出器の出力信号を用いて生成する再生信号処理部と、前記再生信号処理部の出力値を計測する

50 信号処理部と、前記再生信号処理部の出力値を計測する

再生信号計測部と、前記チルト量を可変するチルト駆動機構と、を具備する光ディスク装置の制御方法であつて、前記チルト量を複数の異なる値に設定する指令信号を順次出力し、前記指令信号に応じて前記チルト駆動機構を駆動して前記チルト量を順次変化させ、前記チルト量を順次変化させたときの前記再生信号処理部の出力信号を計測し、前記指令信号によって変化させた前記チルト量と前記再生信号計測部の計測値とに基づいて最適チルト値を算出する最適チルト量検出ステップと、前記チルト量を前記最適チルト値に設定する最適チルト量設定ステップと、を有することを特徴とする光ディスク装置の制御方法である。チルトセンサなどの特別な検出装置を設けることなく、光ビームの光軸に対する光ディスクの記録面の傾きを光ヘッドによる再生信号によって正確に検出し、かつ光ビームの光軸に対する光ディスクの記録面の傾きを最適な角度に制御することができる。

【0008】本発明の第2の構成は、スパイラル状または同心円状に形成されたトラックを有する光ディスクに光ビームを集束して照射し、信号の記録または再生を行う光学ピックアップと、前記光ディスクからの反射光を受光する光検出器と、前記光ディスクの記録面と前記光ビームの相対傾きであるチルト量に応じて変化する信号を前記光検出器の出力信号を用いて生成する再生信号処理部と、第1のモードにおいては前記チルト量を複数の異なる値に設定する指令信号を順次出力し、第2のモードにおいては前記チルト量を最適チルト値に設定するチルト設定信号生成部と、前記チルト設定信号生成部の出力信号に応じて前記チルト量を可変するチルト駆動機構と、前記指令信号に基づいて前記チルト駆動機構を駆動して前記チルト量を順次変化させたときの前記再生信号処理部の出力値を計測する再生信号計測部と、前記指令信号によって変化させた前記チルト量と前記再生信号計測部の計測値との関係を最小二乗法により所定の関数に近似し、前記関数に基づいて前記最適チルト値を算出する最適チルト量演算部と、を具備することを特徴とする光ディスク装置である。

【0009】又、本発明の第17の構成は、前記最適チルト量検出ステップにおいて、前記指令信号によって変化させた前記チルト量と前記再生信号計測部の計測値との関係を最小二乗法により所定の関数に近似し、前記関数に基づいて前記最適チルト値を算出することを特徴とする第16の構成の光ディスク装置の制御方法である。これにより、わずかな個数の測定値に基づいて正確な最適チルト値を求めることが出来る。小型の計算回路又は短い計算時間で正確な最適チルト値を求めることが出来る。

【0010】本発明の第3の構成は、前記最適チルト量演算部で算出された前記最適チルト値が、前記チルト設定信号生成部の指令信号に応じて定められる演算限界値を越えているか否かを判定し、前記最適チルト値が正方

向の前記演算限界値を越えていた場合には前記チルト設定信号生成部の指令信号をそれによって定められるチルト値が正方向に所定量だけ変化するように再設定し、前記最適チルト値が負方向の前記演算限界値を越えていた場合には前記チルト設定信号生成部の指令信号をそれによって定められるチルト値が負方向に所定量だけ変化するように再設定し、前記最適チルト値が前記演算限界値が越えていない場合には前記チルト設定信号生成部に前記最適チルト値を設定させる演算結果判定部を更に具備し、前記最適チルト量演算部で算出された前記最適チルト値が正方向または負方向の前記演算限界値を越えていた場合には、前記チルト設定信号生成部は再設定した前記指令信号を出力し、前記再生信号計測部は再設定された前記指令信号に応じて前記チルト量を順次変化させたときの前記再生信号処理部の出力値を再計測し、かつ前記最適チルト量演算部は前記最適チルト値を再算出することを特徴とする第1又は2の構成の光ディスク装置である。

【0011】本発明の第18の構成は、前記最適チルト量検出ステップにおいて、前記最適チルト値が前記指令信号に応じて定められる演算限界値を越えているか否かを判定し、前記最適チルト値が正方向の前記演算限界値を越えていた場合には、前記指令信号をそれによって定められるチルト値が正方向に所定量だけ変化するように再設定して、前記最適チルト量検出ステップを再実行し、前記最適チルト値が負方向の前記演算限界値を越えていた場合には、前記指令信号をそれによって定められるチルト値が負方向に所定量だけ変化するように再設定して、前記最適チルト量検出ステップを再実行し、前記最適チルト値が前記演算限界値が越えていない場合には最適チルト量設定ステップを実行することを特徴とする第16又は17の構成の光ディスク装置の制御方法である。最適チルト値の正否を判定する手段を有し、最適チルト値が異常の場合には基準角度を所定ステップだけずらして再設定し、再計測・再演算を行うものであり、正確な最適チルト値を求めることが出来る。

【0012】本発明の第4の構成は、前記チルト量をX、前記再生信号計測部の計測値をYとするとYはXの2次関数で表され、前記最適チルト量演算部は、前記Yが極値となる前記チルト量を最適チルト値として算出し、前記2次関数の2次係数が正か負かの判定を行い、正の場合には前記チルト設定信号生成部の指令信号をそれによって定められるチルト値が所定量だけ変化するように再設定し、負の場合には前記チルト設定信号生成部に前記最適チルト値を設定させる演算結果判定部を更に有し、前記2次関数の2次係数が正の場合には、前記チルト設定信号生成部は再設定した前記指令信号を出力し、前記再生信号計測部は再設定された前記指令信号に応じて前記チルト量を順次変化させたときの前記再生信号処理部の出力値を再計測し、かつ前記最適チルト量演

11

算部は前記最適チルト値を再算出する、ことを特徴とする第1又は2の構成の光ディスク装置である。

【0013】本発明の第19の構成は、前記最適チルト量検出ステップにおいて、前記チルト量をX、前記再生信号計測部の計測値をYとするとYはXの2次関数で表され、前記Yが極値となる前記チルト量を最適チルト値として算出し、且つ前記2次関数の2次係数が正か負かの判定を行い、前記2次関数の2次係数が正の場合には前記指令信号をそれによって定められるチルト値が所定量だけ変化するように再設定して、前記最適チルト量検出ステップを再実行し、前記2次関数の2次係数が負の場合には最適チルト量設定ステップを実行する、ことを特徴とする第16又は17の構成の光ディスク装置の制御方法である。最適チルト値の正否を判定する手段を有し、最適チルト値が異常の場合には基準角度を所定ステップだけずらして再設定し、再計測・再演算を行うものであり、RF信号などの再生信号が最大となる正確な最適チルト値を求めることが出来る。

【0014】本発明の第5の構成は、前記チルト量をX、前記再生信号計測部の計測値をYとするとYはXの2次関数で表され、前記最適チルト量演算部は、前記Yが極値となる前記チルト量を最適チルト値として算出し、前記2次関数の2次係数が正か負かの判定を行い、負の場合には前記チルト設定信号生成部の指令信号をそれによって定められるチルト値が所定量だけ変化するように再設定し、正の場合には前記チルト設定信号生成部に前記最適チルト値を設定させる演算結果判定部を更に有し、前記2次関数の2次係数が負の場合には、前記チルト設定信号生成部は再設定した前記指令信号を出力し、前記再生信号計測部は再設定された前記指令信号に応じて前記チルト量を順次変化させたときの前記再生信号処理部の出力値を再計測し、かつ前記最適チルト量演算部は前記最適チルト値を再算出する、ことを特徴とする第1又は2の構成の光ディスク装置である。

【0015】本発明の第20の構成は、前記最適チルト量検出ステップにおいて、前記チルト量をX、前記再生信号計測部の計測値をYとするとYはXの2次関数で表され、前記Yが極値となる前記チルト量を最適チルト値として算出し、且つ前記2次関数の2次係数が正か負かの判定を行い、前記2次関数の2次係数が負の場合には前記指令信号をそれによって定められるチルト値が所定量だけ変化するように再設定して、前記最適チルト量検出ステップを再実行し、前記2次関数の2次係数が正の場合には最適チルト量設定ステップを実行する、ことを特徴とする第16又は17の構成の光ディスク装置の制御方法である。光ディスクの反り量が極端に大きい場合など再生信号の品位が著しく低下する場合でも、ジッタ値などが最小となる最適チルト量を正確に検出し、かつチルト量を最適な角度に精度良く制御することが可能である。

12

【0016】本発明の第6の構成は、前記演算結果判定部は、前記2次関数の2次係数が正か負かを判定すると共に、前記指令信号によって設定される複数の前記チルト量の中心値である基準角度を基準として前記最適チルト値が正方向に位置するか負方向に位置するかを判定し、前記2次係数が負の場合には前記チルト設定信号生成部に前記最適チルト値を設定させ、前記2次係数が正であってかつ前記最適チルト値が前記基準角度を基準として正方向に位置する場合には前記チルト設定信号生成部の指令信号をそれによって定められるチルト値が負方向に所定量だけ変化するように再設定し、前記2次係数が正であってかつ前記最適チルト値が前記基準角度を基準として負方向に位置する場合には前記チルト設定信号生成部の指令信号をそれによって定められるチルト値が正方向に所定量だけ変化するように再設定することを特徴とする第4の構成の光ディスク装置である。最適チルト値の正否を判定する手段を有し、最適チルト値が異常の場合には基準角度を所定ステップだけずらして再設定し、再計測・再演算を行うものであり、RF信号などの再生信号が最大となる正確な最適チルト値を求めることが出来る。

【0017】本発明の第7の構成は、前記演算結果判定部は、前記2次関数の2次係数が正か負かを判定すると共に、前記指令信号によって設定される複数の前記チルト量の中心値である基準角度を基準として前記最適チルト値が正方向に位置するか負方向に位置するかを判定し、前記2次係数が正の場合には前記チルト設定信号生成部に前記最適チルト値を設定させ、前記2次係数が負であってかつ前記最適チルト値が前記基準角度を基準として正方向に位置する場合には前記チルト設定信号生成部の指令信号をそれによって定められるチルト値が負方向に所定量だけ変化するように再設定し、前記2次係数が負であってかつ前記最適チルト値が前記基準角度を基準として負方向に位置する場合には前記チルト設定信号生成部の指令信号をそれによって定められるチルト値が正方向に所定量だけ変化するように再設定することを特徴とする第5の構成の光ディスク装置である。光ディスクの反り量が極端に大きい場合など再生信号の品位が著しく低下する場合でも、ジッタ値などが最小となる最適チルト量を正確に検出し、かつチルト量を最適な角度に精度良く制御することが可能である。

【0018】本発明の第8の構成は、前記演算結果判定部は、前記2次関数の2次係数が正か負かを判定すると共に、前記指令信号によって設定される複数の前記チルト量の中心値である基準角度を基準として、前記指令信号によって設定される前記チルト量が前記基準角度に対して正方向に位置する場合に計測された前記計測値の平均である正側平均値と、前記指令信号によって設定される前記チルト量が前記基準角度に対して負方向に位置する場合に計測された前記計測値の平均である負側平均値

13

との大小関係を比較し、前記2次係数が正でかつ前記正側平均値が前記負側平均値よりも大きい場合には前記チルト設定信号生成部の指令信号をそれによって定められるチルト値が正方向に所定量だけ変化するように再設定し、前記2次係数が正でかつ前記負側平均値が前記正側平均値よりも大きい場合には前記チルト設定信号生成部の指令信号をそれによって定められるチルト値が負方向に所定量だけ変化するように再設定し、前記2次係数が負の場合には前記チルト設定信号生成部に前記最適チルト値を設定させることを特徴とする第4の構成の光ディスク装置である。最適チルト値の正否を判定する手段を有し、最適チルト値が異常の場合には基準角度を所定ステップだけずらして再設定し、再計測・再演算を行うものであり、RF信号などの再生信号が最大となる正確な最適チルト値を求めることが出来る。

【0019】本発明の第9の構成は、前記演算結果判定部は、前記2次関数の2次係数が正か負かを判定すると共に、前記指令信号によって設定される複数の前記チルト量の中心値である基準角度を基準として、前記指令信号によって設定される前記チルト量が前記基準角度に対して正方向に位置する場合に計測された前記計測値の平均である正側平均値と、前記指令信号によって設定される前記チルト量が前記基準角度に対して負方向に位置する場合に計測された前記計測値の平均である負側平均値との大小関係を比較し、前記2次係数が負でかつ前記正側平均値が前記負側平均値よりも大きい場合には前記チルト設定信号生成部の指令信号をそれによって定められるチルト値が負方向に所定量だけ変化するように再設定し、前記2次係数が負でかつ前記負側平均値が前記正側平均値よりも大きい場合には前記チルト設定信号生成部の指令信号をそれによって定められるチルト値が正方向に所定量だけ変化するように再設定し、前記2次係数が正の場合には前記チルト設定信号生成部に前記最適チルト値を設定させることを特徴とする第5の構成の光ディスク装置である。光ディスクの反り量が極端に大きい場合など再生信号の品位が著しく低下する場合でも、ジッタ値などが最小となる最適チルト量を正確に検出し、かつチルト量を最適な角度に精度良く制御することが可能である。

【0020】本発明の第10の構成は、前記演算結果判定部は、前記2次関数の2次係数が正か負かを判定すると共に、前記指令信号によって設定される複数の前記チルト量の中心値である基準角度を基準として、前記指令信号によって設定される前記チルト量が前記基準角度に対して正方向に位置する場合に計測された前記計測値の平均である正側平均値と、前記指令信号によって設定される前記チルト量が前記基準角度に対して負方向に位置する場合に計測された前記計測値の平均である負側平均値との大小関係を比較し、前記最適チルト量演算部で算出された前記最適チルト値が前記基準角度に対して正方

10

20

30

40

50

14

向に位置しかつ前記負側平均値が前記正側平均値よりも大きい場合には、前記チルト設定信号生成部の指令信号をそれによって定められるチルト値が負方向に所定量だけ変化するように再設定し、前記最適チルト値が前記基準角度に対して負方向に位置しかつ前記正側平均値が前記負側平均値よりも大きい場合には前記チルト設定信号生成部の指令信号をそれによって定められるチルト値が正方向に所定量だけ変化するように再設定し、前記チルト設定信号生成部の指令信号が再設定された場合には、前記チルト設定信号生成部は再設定した前記指令信号を出し、前記再生信号計測部は再設定された前記指令信号に応じて前記チルト量を順次変化させたときの前記再生信号処理部の出力値を再計測し、かつ前記最適チルト量演算部は前記最適チルト値を再算出する、ことを特徴とする第4の構成の光ディスク装置である。最適チルト値の正否を判定する手段を有し、最適チルト値が異常の場合には基準角度を所定ステップだけずらして再設定し、再計測・再演算を行うものであり、RF信号などの再生信号が最大となる正確な最適チルト値を求めることが出来る。

【0021】本発明の第11の構成は、前記演算結果判定部は、前記2次関数の2次係数が正か負かを判定すると共に、前記指令信号によって設定される複数の前記チルト量の中心値である基準角度を基準として、前記指令信号によって設定される前記チルト量が前記基準角度に対して正方向に位置する場合に計測された前記計測値の平均である正側平均値と、前記指令信号によって設定される前記チルト量が前記基準角度に対して負方向に位置する場合に計測された前記計測値の平均である負側平均値との大小関係を比較し、前記最適チルト量演算部で算出された前記最適チルト値が前記基準角度に対して正方向に位置しかつ前記正側平均値が前記負側平均値よりも大きい場合には、前記チルト設定信号生成部の指令信号をそれによって定められるチルト値が負方向に所定量だけ変化するように再設定し、前記最適チルト値が前記基準角度に対して負方向に位置しかつ前記負側平均値が前記正側平均値よりも大きい場合には前記チルト設定信号生成部の指令信号をそれによって定められるチルト値が正方向に所定量だけ変化するように再設定し、前記チルト設定信号生成部の指令信号が再設定された場合には、前記チルト設定信号生成部は再設定した前記指令信号を出し、前記再生信号計測部は再設定された前記指令信号に応じて前記チルト量を順次変化させたときの前記再生信号処理部の出力値を再計測し、かつ前記最適チルト量演算部は前記最適チルト値を再算出する、ことを特徴とする第5の構成の光ディスク装置である。光ディスクの反り量が極端に大きい場合など再生信号の品位が著しく低下する場合でも、ジッタ値などが最小となる最適チルト量を正確に検出し、かつチルト量を最適な角度に精度良く制御することが可能である。

【0022】本発明の第12の構成は、前記再生信号処理部の出力値がトラッキングエラー信号であって、前記再生信号計測部がトラッキングエラー信号振幅計測部であることを特徴とする第1、2、3、4、6、8又は10の構成の光ディスク装置である。トラッキングエラー信号に基づいて、正確な最適チルト値を求めることが出来る。

【0023】本発明の第13の構成は、前記再生信号処理部の出力値が前記光検出器に含まれる複数の発光素子の出力信号の加算信号に応じた出力値であって、前記再生信号計測部が前記加算信号の振幅を計測する加算信号振幅計測部であることを特徴とする第1、2、3、4、6、8又は10の構成の光ディスク装置である。RF信号に基づいて、正確な最適チルト値を求めることが出来る。

【0024】本発明の第14の構成は、前記再生信号計測部がジッタ信号計測部であることを特徴とする第1、2、3、5、7、9又は11の構成の光ディスク装置である。ジッタ信号に基づいて、正確な最適チルト値を求めることが出来る。

【0025】本発明の第15の構成は、前記チルト駆動機構が光ビームを集束する対物レンズの角度を変える構成であることを特徴とする第1から14のいずれかの構成の光ディスク装置である。チルト駆動機構の構成を簡素化し、小型・薄型化、低コスト化を実現する。

#### 【0026】

【発明の実施の形態】以下本発明の実施をするための最も良の形態を具体的に示した実施例について、図面とともに記載する。

【0027】《実施例1》以下、本発明の実施例1の光ディスク装置について、図面を参照しながら説明する。図1は本発明の実施例1の光ディスク装置の構成を示すブロック図である。図1において、光ディスク1はスピンドルモータ2によって回転駆動され、スピンドルモータ2の回転周波数はスピンドルサーボ回路(図示せず)によってコントロールされる。光学ピックアップ3(その上に搭載された対物レンズ4等を含む。)は光ビームを光ディスク1の記録面に集光してデータの記録または再生を行う。記録すべき2値化信号は記録信号処理回路(図示せず)で記録信号に変換されて光学ピックアップ3に送られ、光ディスク1に記録される。光ディスク1から読み取った再生信号は再生信号処理回路19で2値化信号に処理される。

【0028】光学ピックアップ3の対物レンズ4はマグネット8とフォーカス駆動コイル9とで構成されたフォーカスクチュエータ7によって光ビームの光軸方向(フォーカス方向)に駆動される。フォーカスサーボ回路6は光学ピックアップ3から出射された光ビームを光ディスク1の記録面に集光するために、フォーカス駆動コイル9に印加する電圧を制御して対物レンズ4の焦点

10

20

30

40

50

位置をコントロールする。対物レンズ4は同様にマグネット8とトラッキング駆動コイル10とで構成されたトラッキングアクチュエータ11によって光ディスク3の半径方向(トラッキング方向)に駆動される。トラッキングサーボ回路12は光学ピックアップ3から出射された光ビームを記録面に形成されたトラックに追従させるためにトラッキング駆動コイル10に印加する電圧を制御して対物レンズ4の光軸位置をコントロールする。光ビームの焦点位置のずれを示すフォーカスエラー信号、及びトラック方向のずれを示すトラッキングエラー信号は光学ピックアップ3からの再生信号を基にして再生信号処理回路19で生成され、フォーカスサーボ回路6及びトラッキングサーボ回路12に送られる。

【0029】光学ピックアップを異なる半径位置に移動させる光学ピックアップ移動手段13はトラバースモータ14、リードスクリュウ15、ラック16、及びガイド軸17で構成され、トラバースモータ14の回転軸に形成されたリードスクリュウ15は光学ピックアップ3に固定されたラック16と係合しており、光学ピックアップ3はガイド軸17によって直進可能に支持されている。そして光学ピックアップ3は、リードスクリュウ15とラック16を介して伝達されたトラバースモータ14の回転トルクによって光ディスク1の半径方向に移動される。

【0030】また図1に示したチルト駆動機構26(チルト可変手段)は光学ピックアップ3を光ディスク1の半径方向に移動可能に支持するガイド軸17の外周端の高さを変化させることにより光学ピックアップ3の光ディスク1との相対傾きを変化させる機構であり、モータギア27、チルトラック28、チルトカム29、チルトフォロア30、ガイド軸固定板31及びガイド軸17を含む。チルトサーボ回路21からのチルト駆動電圧によってチルトモータ24が回転し、モータギア27とチルトラック28を介してチルトカム29が並進駆動される。チルトカム29の並進移動によってチルトカム29の傾斜面に当接されたチルトフォロア30が上下し、チルトフォロア30の上下動によりチルトフォロア30と一体的に形成されたガイド軸固定板31が上下する。ガイド軸17はその外周端がガイド軸固定板31に固定され、かつガイド軸17はその内周端が中心に回動自在に支持されている。したがって、ガイド軸固定板31の上下動によりガイド軸17の傾きが変わり、その結果、光学ピックアップ3の傾きが変わる。以上のようにチルトモータ24を回転させることにより光学ピックアップ3の傾きが変わり、光ディスク1に照射される光ビームの照射角度を変化させることができる。すなわち、チルトモータ24の回転を制御することにより光ディスク1に照射される光ビームの照射角度を所望の角度になるようにコントロールすることができる。

【0031】図2にチルトサーボ回路21の構成を示

17

す。チルトサーボ回路21は光ディスク1に照射される光ビームの照射角度が所望の角度になるように光学ピックアップ3の傾きを制御するための回路であり、後述するチルト検出部20に構成されているチルト設定信号生成部33からのチルト設定信号に基づき、チルトサーボ信号を出力するチルトサーボ信号発生部23と、チルトサーボ信号に基づいたチルト駆動電圧をチルトモータ24に供給するチルトモータ駆動回路25とから構成されている。

【0032】次に光学ピックアップ3に設けられた光検出器34と再生信号処理回路19に関して図3と図4を用いて説明する。図3は光検出器34の構成と光ディスク1からの反射光の関係を示したものである。光検出器34は分割された4つの受光素子A、B、C、Dから構成される。各受光素子の検出信号は増幅器で増幅される。各増幅器の出力信号a、b、c、dは再生信号処理回路19に伝送される。図4は再生信号処理回路19を示す。再生信号処理回路19は光検出器34の出力信号a、b、c、dから、トラッキングエラー(TE)信号 $= (a+d) - (b+c)$ 、フォーカスエラー(FE)信号 $= (a+c) - (b+d)$ 、RF信号 $= (a+b+c+d)$ を生成する。前記TE信号は、トラッキングサーボ回路12へ送られ、光スポットを光ディスクのトラックに追従させるトラッキングサーボに用いられる。前記FE信号は、フォーカスサーボ回路6へ送られ、光スポットを光ディスク1の記録面に集光するために対物レンズ4の焦点位置をコントロールするフォーカスサーボに用いられる。

【0033】図5にチルト検出部20の構成を示す。チルト検出部20は、TE信号振幅計測部35、チルト設定信号生成部33、最適チルト量演算部36及び演算結果判定部37から構成されている。光ピックアップ3の再生信号に基づいて最適なチルト量を演算し、チルト設定信号を出力するチルト検出部20は、本発明の特有のブロックである。チルト検出部20は、最適チルト量検出モードと最適チルト量設定モードとの2つの動作モードを有する。最適チルト量検出モードはチルト量を変化させることにより最適なチルト量を検出するモードであり、最適チルト量設定モードはチルト量を最適なチルト量に固定するモードである。

【0034】チルト設定信号生成部33が、いずれの動作モードで動作するかを決定する。決定された動作モードは各ブロックに伝送される(図示していない)。チルト設定信号生成部33は、最適チルト量検出モードにおいては3つ以上の(実施例においては7つの)異なるチルト設定信号を順次出力する。これにより、異なるチルト量が順次設定される(チルト設定信号毎に、一定のチルト量が設定される)。TE信号振幅計測部35はそれぞれのチルト量におけるTE信号の振幅値を測定する(詳細は後述する)。チルト設定信号生成部33は、

18

最適チルト量設定モードにおいては最適チルト量演算部36が測出した演算結果に基づいて、最適なチルト量のチルト設定信号を出力する。これにより、最適のチルト量が設定される。

【0035】TE信号振幅計測部35は、再生信号処理回路19で生成されたトラッキングエラー信号(TE信号)の振幅を計測する。最適チルト量演算部36は、最適チルト量検出モードにおいて3つ以上のチルト設定信号と、それぞれのチルト量(チルト設定信号)において計測されたTE信号の振幅値との関係を最小二乗法により2次関数に近似し、当該2次関数に基づいてTE信号の振幅値が極値(極大値)となるチルト量(チルト設定信号でも良い)を演算結果として算出する。最適のチルト角度において、光ピックアップ3が入力する反射光の光量は最大になる故に、TE信号の振幅値も最大になる。

【0036】演算結果判定部37は最適チルト量演算部36で算出された演算結果が所定の演算限界値を越えているか否かを判定する。演算結果が演算限界値を越えていた場合には、演算結果と、チルト設定信号(チルト量)とTE信号の振幅値の関係を再計測させる指令とをチルト設定信号生成部33に出力する。チルト設定信号生成部33は、後述する方法で再計測を行なう。演算結果が演算限界値を越えていない場合には、演算結果と、演算結果が演算限界値を超えていないという情報をチルト設定信号生成部33に伝送する。チルト設定信号生成部33は動作モードを最適チルト量設定モードに変更し、演算結果(最適値)に対応するチルト設定信号を出力する。

【0037】チルト設定信号生成部33は、光ディスク1と光ビームの相対傾き(チルト量)を所望の角度に設定するためのチルト設定信号をチルトサーボ回路21に出力する。チルト設定信号生成部33は、上述のように最適チルト量検出モードにおいては計測用に設定した3つ以上のチルト設定信号を順次出力し、最適チルト量設定モードにおいては最適チルト量演算部36が測出した演算結果(最適値)に対応するチルト設定信号を出力する。チルトサーボ回路21はチルト設定信号に基づいてチルト駆動機構26を駆動し、光ディスク1と光ビームの相対傾き(チルト量)は、所望の角度(最適チルト量)に設定される。

【0038】以上のように構成された実施例1の光ディスク装置において、その動作を図26を用いて説明する。図26は、チルト検出部20の動作を示すフローチャートである。最初に、光ディスク装置の電源が投入されるか又は光ディスク装置に光ディスクが装着される。チルト設定信号生成部33は、チルト検出部20を最適チルト量検出モードに設定する(ステップ260)。最適チルト量検出モードにおいては、トラッキン

グサーボをオフにして、光スポットがトラックを横断す

る状態にする。次に、チルト設定信号生成部33は予め決められた7つのチルト設定信号を順次出し、TE信号振幅計測部35はそれぞれのTE信号の振幅値を計測する(ステップ2602)。7つのチルト設定信号により、予め決められている基準の傾きを基準角度0度として、光学ピックアップ3の傾きを一定の角度ピッチS度で正方向と負方向に3ステップずつ変化させる。つまり、光ディスク1の記録面と光ビームの相対傾きであるチルト量を変化させながら、TE信号の振幅を計測する。まずチルト設定信号生成部33は光学ピックアップ3の傾きを基準角度0に設定するチルト設定信号をチルトサーボ回路21に出力する。光学ピックアップ3の傾きX1が基準角度0に制御された状態でTE信号振幅計測部35によってTE信号の振幅値Y(X1)を計測する。続いて光学ピックアップ3の傾きを+1ステップに設定し、TE信号の振幅値Y(X2)を計測する。同様に光学ピックアップ3の傾きを+2ステップ、+3ステップ、-1ステップ、-2ステップ、-3ステップと変化させながら各チルト量に対するTE信号の振幅値Y(X3)、Y(X4)、Y(X5)、Y(X6)、Y(X7)を合計7回計測する。

【0039】なお、基準角度0度は以下のように製造工場の組立工程で予め設定される。組立工程において、反りのほとんどのないフラットな基準ディスクをスピンドルモータ2によって回転させながら、光ビームが基準ディスクにほぼ垂直に照射されるように、光学ピックアップ3の傾きを調整し、その傾きを基準角度0度と定義する。すなわち、反り量がほぼ0度の光ディスクに対しては基準角度0度で光ディスクの記録面と光ビームの相対傾き(チルト量)が最適値となる。そして、光学ピックアップ3の傾きが基準角度0度に一致した際に零点信号を出力するように回転角度検出センサ(図示せず)をチルトモータ24の回転軸に取り付ける。又は、光学ピックアップ3の傾きが基準角度0度に一致した際に零点信号を出力するように、回転角度検出センサの出力回路を調整する。よって零点信号が出力される角度にチルトモータ24の回転角度を設定すれば光学ピックアップ3の傾きは基準角度0度になり、回転角度検出センサの出力に基づいてチルトモータ24の回転角度をコントロールすれば、光学ピックアップ3の傾きを基準角度0度から所定角度だけずれた傾きに設定することができる。

【0040】次に、計測値に基づいて最適チルト量を演算する(ステップ2603)。ここで、図6に光学ピックアップ3の傾きに対するTE信号振幅の変化を示す。図6のとおりTE信号振幅が最大になる角度の近傍ではTE信号振幅の変化が小さいので、上記のように一定のステップ角度S度ピッチで光学ピックアップ3の傾きを変化させた際には、小さなステップ角度で多数回の測定を行わないとTE信号振幅が最大になる真の角度を正確に検出することはできない。しかしながら、光学ピック

アップ3の傾きに対するTE信号振幅の変化がほぼ2次関数に近い特性を示すことに着眼し、TE信号振幅の変化を最小二乗法によって2次関数に近似してTE信号振幅が最大になる角度を求める。これによりステップ角度を小さくすることなく、測定回数も多くすることなく最大角度を求めることが可能である。そこで光学ピックアップの傾き(チルト量)のステップ角度Sに対する比をX(上記の7ステップの測定を例に取ればX=-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3)、TE信号振幅をY(X)として、Y(X)を式(1)の2次関数で近似する。

【0041】

【数1】

$$Y(X) = aX^2 + bX + c \quad (1)$$

【0042】測定j回目のチルト量XをXjとした場合のTE信号振幅の計測値をYjとすると、近似した式(1)の値と実際の計測値Yjとは信号に混入したノイズ等の影響で完全には一致しない。そのときの誤差量をvjとして、誤差量vjを式(2)に示す。

【0043】

【数2】

$$aX_j^2 + bX_j + c - Y_j = v_j \quad (2)$$

【0044】最小二乗法は、式(3)に示すように誤差vjの二乗和Eを最小にするように係数a、b、cを決定するものである。Nは測定された所定のサンプル数を示す。

【0045】

【数3】

$$\sum_{j=1}^N v_j^2 = E \quad (3)$$

【0046】最小二乗法では、Eが最小になるときに成立する式(4)の行列式を解けば、a、b、cの値を求めることができる。

【0047】

【数4】

$$\begin{bmatrix} P(4) & P(3) & P(2) \\ P(3) & P(2) & P(1) \\ P(2) & P(1) & N \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Q(2) \\ Q(1) \\ Y1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

【0048】ここで、式(4)中の各関数P(k)、Q(k)、Y1は式(5)、式(6)、式(7)に示したとおりである。

【0049】

【数5】

21

$$P(k) = \sum_{j=1}^N X_j^k \quad (k=1 \sim 4) \quad (5)$$

22

$$Y1 = \sum_{j=1}^N Y_j \quad (7)$$

【0050】

【数6】

$$Q(k) = \sum_{j=1}^N X_j^k Y_j \quad (k=1 \sim 4) \quad (6)$$

【0051】

【数7】

$$\begin{pmatrix} 196 & 0 & 28 \\ 0 & 28 & 0 \\ 28 & 0 & 7 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a \\ b \\ c \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Q(2) \\ Q(1) \\ Y1 \end{pmatrix} \quad (8)$$

【0054】式(1)の2次関数でYが最大値となるXは、式(9)で求められる。2次係数aと1次係数bは、計測したTE信号の振幅値Y<sub>j</sub>と式(8)から算出できる。

【0055】

【数9】

$$X_{max} = \frac{-2a}{b} \quad (9)$$

【0052】ここで、チルト量はX1=0、X2=+1、X3=+2、X4=+3、X5=-1、X6=-2、X7=-3と設定するので、X2とX5、X3とX6、及びX4とX7は、互いに正負が逆であるため、P(1)、P(3)は0となり、式(4)は、簡素化され10で式(8)になる。

【0053】

\* 【数8】

【0056】これらをまとめると式(9)のX<sub>max</sub>は、式(10)で示される。また2次係数aは式(11)で求めることができる。

【0057】

【数10】

$$X_{max} = -1.5 - \frac{3(y_4 - y_7) + 2(y_3 - y_6) + (y_2 - y_5)}{5(y_4 + y_7) - 3(y_2 + y_5) - 4y_1} \quad (10)$$

【0058】

$$a = \frac{5(y_4 + y_7) - 3(y_2 + y_5) - 4y_1}{84} \quad \star \star \text{【数11】} \quad (11)$$

【0059】以上により、TE信号の振幅値が最大値となるチルト量の角度θは、ステップ角度S度と式(9)で算出されたX<sub>max</sub>の積で求めることができる(θ=S×X<sub>max</sub>)。例えば、図7はステップ角度を0.2度でチルト量を変化させながら計測したTE信号の振幅値のプロットと、その計測値に基づいて最小二乗法で2次関数に近似した2次曲線を示したものであり、求められたX<sub>max</sub>が1.05ステップであった場合である。このときTE信号振幅値が最大となるチルト量は0.21度となる。このように最適チルト量演算部36は、チルト設定信号生成部33から出力されたチルト設定信号に基づいて設定されたチルト量と、TE信号振幅計測部35によって計測されたTE信号の振幅値の関係を上記のように最小二乗法により2次関数に近似し、チルト量☆50

☆の変化に対するTE信号の振幅値が最大となるチルト量を演算結果として算出する。

【0060】次に、演算結果判定部37は、TE信号振幅が最大となる真の最適チルト量を正確に求めるために、最適チルト量演算部36で算出された演算結果が所定の演算限界値を越えているか否かを判定する(ステップ2604)。図8はTE信号振幅が最大となる真の最適チルト量がステップ角度0.2度の約2.75倍であった場合のチルト量に対するTE信号振幅の変化を破線で示す。例えば、光ディスク1の反り量が極端に大きく、-0.55度程度もあった場合などにこのような状態になる。この場合に、チルト量を基準角度0度に対して1ステップ0.2度で±3ステップ変化させてTE信号振幅を測定した測定値を白丸のプロットで示す。ま

た、この計測値を用いて最小二乗法で近似した2次曲線を実線で示す。図8から明らかのように真の極値(TE信号振幅が最大となるチルト量)がマイナス側の最大ステップである-3ステップ付近にあるため、測定誤差の影響を受け、±3ステップでの測定値から算出した極値は-3.6ステップとなってしまう。

【0061】このようにTE信号振幅が最大となる最適チルト量が基準角度から大きくずれている場合の最適チルト量の誤算出を防ぐために、演算限界値を予め設定し、演算結果がその演算限界値を越えていた場合にはステップ2605に進む。ステップ2605において、基準角度を演算結果がずれている方向にシフトして再設定する。具体的には演算限界値を±2ステップとして、演算結果が本実施例のように-3.6ステップとマイナス側の演算限界値を越えていた場合には、演算結果判定部37はチルト設定信号生成部33が输出するチルト設定信号の基準角度をマイナス側に2ステップずらすように指令する。すなわち基準角度を-0.4度の角度に再設定して再計測する。再びステップ2602に戻り、チルト設定信号生成部33は新たな基準角度に対して0ステップ、+1ステップ、+2ステップ、+3ステップ、-1ステップ、-2ステップ、-3ステップと変化させたチルト設定信号を出力する。各チルト量(チルト設定信号)に対するTE信号の振幅値を合計7回計測する。

【0062】図8における黒丸のプロットが再計測したTE信号振幅値であり、この計測値を用いて最小二乗法で近似し、極値(極大値)を算出する(ステップ2603)。算出した極値は、TE信号振幅が最大となる真の極値、すなわち最適チルト量と一致する。再び、演算結果判定部37は、最適チルト量演算部36で算出された演算結果が所定の演算限界値を越えているか否かを判定する(ステップ2604)。演算結果が演算限界値内であれば、ステップ2606に進む。ステップ2606において、チルト設定信号生成部33は、チルト検出部20を最適チルト量設定モードに設定する。次に、チルト設定信号生成部33は、入力した演算結果に応じて最適なチルト設定信号を出力する(ステップ2607)。チルト駆動機構26は、光ディスク1を最適にチルトさせる。

【0063】逆に、光ディスク1の反り量がプラス側に大きい場合など、0度を基準角度として±3ステップで計測・演算した結果がプラス側の演算限界値(+2ステップ)を越えていた場合にはステップ2605において基準角度をプラス側に+2ステップずらして、再計測・再演算を行う(ステップ2602、2603)。これらにより、光ディスクの反り量が極端に大きい場合など、最適チルト量が基準角度から大きくずれていた際にも、基準角度を再設定して再計測・再演算を行うことにより、正確に最適チルト量を求めることができる。

【0064】以上のように、本実施例1は、光ディスク

1の反り量が大きい場合でも、光ディスクの記録面と光ビームの相対傾きの最適値をTE信号振幅が最大となる傾きとして、精度良く求めるために、チルト量を基準角度を中心として±3ステップ角度変化させながら、チルト量とTE信号の振幅値の関係を最小二乗法により2次関数に近似し、TE信号の振幅値が極値となる最適チルト量を演算結果として算出する。そして、光ディスク1の反り量が大きい場合でも最適チルト量を誤りなく求めるために、まず、演算結果が演算限界値として設定した±2ステップを越えているか否かを判定し、演算結果がプラス側の演算限界値を越えていた場合には基準角度を+2ステップだけずらして再設定し、演算結果がマイナス側の演算限界値を越えていた場合には基準角度を-2ステップだけずらして再設定し、再計測・再演算を行う。

【0065】したがって、光ディスク1の反り量が大きい場合でも再計測・再演算することにより、最終的に正しい演算結果が求められる。チルト設定信号生成部33は、正しい演算結果を最適チルト量として記憶する。記録もしくは再生動作の際には(最適チルト量設定モードになっている。)、チルト設定信号生成部33が、最適チルト量に設定するためのチルト設定信号をチルトサーボ回路21に出力し、チルトサーボ回路21によって光ディスク1と光ビームの相対傾きは最適チルト量に制御される。以上のように、本発明の実施例1の構成によれば、チルトセンサなどの特別な検出装置を設けることなく、光ディスクの反り量が大きい場合でも、光ビームの光軸に対する光ディスクの記録面の傾きを正確に検出し、かつ光ビームの光軸に対する光ディスクの記録面の傾きを最適な角度に精度良く制御することができる光ディスク装置を提供する。別個のチルトセンサを用いる従来例においてはチルトセンサにおけるチルト角度と光ピックアップ3におけるチルト角度との誤差が問題であったが、光ピックアップ3が入力した反射光に基づいて最適のチルト量を算出する本発明の光ディスク装置においてはそのような誤差はありえない。

【0066】《実施例2》以下、本発明の実施例2の光ディスク装置について、図面を参照しながら説明する。本発明の実施例2の光ディスク装置は、実施例1における演算結果判定部37の動作のみが、実施例1と異なる。実施例2の演算結果判定部を137とする。その他の構成要素とその動作は実施例1と同様であるので同一符号を付してその詳細な説明は省略する。本実施例2においても、最適チルト量演算部36は、チルト設定信号生成部33から出力されたチルト設定信号に基づいて設定されたチルト量と、TE信号振幅計測部35によって計測されたTE信号の振幅値の関係を上記のように最小二乗法により2次関数に近似し、チルト量の変化に対するTE信号振幅値の変化の極値を演算結果として算出する。

【0067】そして、実施例2における演算結果判定部137は、最適チルト演算部36によって最小二乗法で近似された2次関数における2次係数が正か負かの判定を行うと共に、2次係数が正であった場合には、極値として算出された演算結果の正負により基準角度をずらすべき方向を判定する。図9は、TE信号振幅が最大となる真の最適チルト量がステップ角度S=0.2度の約3.7倍であった場合、すなわち真の最適チルト量が、図8で示した場合よりもさらに大きかった場合のチルト量に対するTE信号振幅の変化を破線で示す。この場合に、チルト量を基準角度0度に対して1ステップ0.2度で±3ステップ変化させてTE信号振幅を測定した測定値を白丸のプロットで示す。また、この計測値を用いて最小二乗法で近似した2次曲線を実線で示す。

【0068】このように真の最適チルト量が基準角度から大きくマイナス側にずれている場合、チルト量がプラス側でのTE振幅値は非常に小さくなりノイズなどの影響を受けやすくなるために計測誤差が大きくなる。さらにその変化が2次関数で近似できるとは限らない。したがって、例えば図9に示すように+3ステップ角度でのTE振幅を真の値より大きく計測してしまう可能性が生じ、最小二乗法で近似すると下に凸の2次曲線に誤った近似を行ってしまう。したがって、式(11)で示した2次係数aを正値と算出し、演算結果は真の最適チルト量から完全にずれた値として算出される。この場合、具体的には2次係数a=6.71に、演算結果Xma x=8.8ステップと算出してしまう。

【0069】このような不具合を防ぐために、演算結果判定部137は、2次係数の正負で演算に誤りがあるか否かを判定し、2次係数が正の場合には演算結果が正しくないと判定して、基準角度を再設定する。基準角度の再設定においては、極値として算出された演算結果の正負により基準角度をずらすべき方向を判定する。演算結果が正の場合には、基準角度をマイナス側に2ステップずらし、負の場合にはプラス側に2ステップずらす。図9に示した場合には、演算結果が正であるので、基準角度をマイナス側に2ステップずらして、再計測・再演算を行う。図9における黒丸のプロットが、基準角度をマイナス側にずらして再計測したTE信号振幅値であり、この計測値を用いて最小二乗法で近似し、算出した極値はTE信号振幅が最大となる真の極値、すなわち最適チルト量と一致する。

【0070】以上のように、本実施例2は、光ディスク1の反り量が大きい場合でも、光ディスクの記録面と光ビームの相対傾きの最適値をTE信号振幅が最大となる傾きとして、精度良く求めるために、チルト量を基準角度を中心として±3ステップ角度変化させながら、チルト量とTE信号の振幅値の関係を最小二乗法により2次関数に近似し、TE信号の振幅値が極値となる最適チルト量を演算結果として算出する。そして、近似された2

次関数における2次係数が正か負かを判定すると共に、演算結果が基準角度を基準として正方向か負方向を判定し、2次係数が正の場合には演算結果に誤りがあると判定し、基準角度を再設定する。演算結果が基準角度を基準としてプラス方向の場合には基準角度を-2ステップだけずらして再設定し、演算結果が基準角度を基準としてマイナス方向の場合には基準角度を+2ステップだけずらして再設定し、再計測・再演算を行う。

【0071】このように、光ディスク1の反り量が大きい場合でも再計測・再演算することにより、最終的に正しい演算結果が求められる。そして演算結果判定部137は正しい演算結果を最適チルト量として設定し、チルト設定信号生成部33に出力して記憶させる。そして、記録もしくは再生動作の際には、チルト設定信号生成部33が、最適チルト量に設定するためのチルト設定信号をチルトサーボ回路21に出力し、チルトサーボ回路21によって光ディスク1と光ビームの相対傾きは最適チルト量に制御される。以上のように、本発明の実施例2の構成によれば、チルトセンサなどの特別な検出装置を設けることなく、光ディスクの反り量が大きい場合でも、光ビームの光軸に対する光ディスクの記録面の傾きをTE信号により正確に検出し、かつ光ビームの光軸に対する光ディスクの記録面の傾きを最適な角度に精度良く制御することができる光ディスク装置を提供する。

【0072】《実施例3》以下、本発明の実施例3の光ディスク装置について、図面を参照しながら説明する。本発明の実施例3の光ディスク装置は、実施例1における演算結果判定部37の動作のみが、実施例1と異なる。実施例3の演算結果判定部を237とする。その他の構成要素とその動作は実施例1と同様であるので同一符号を付してその詳細な説明は省略する。本実施例3においても、最適チルト量演算部36は、チルト設定信号生成部33から出力されたチルト設定信号に基づいて設定されたチルト量と、TE信号振幅計測部35によって計測されたTE信号の振幅値の関係を上記のように最小二乗法により2次関数に近似し、チルト量の変化に対するTE信号振幅値の変化の極値を演算結果として算出する。そして、実施例3における演算結果判定部237は、最適チルト演算部36によって最小二乗法で近似された2次関数における2次係数が正か負かの判定を行うと共に、2次係数が正であった場合には、チルト量が基準角度から正方向の3ステップで計測されたTE信号振幅の平均値と、負方向の3ステップで計測されたTE信号振幅の平均値との大小関係を比較して、基準角度をずらすべき方向を判定する。

【0073】図10は、実施例2の説明に用いた図9と同様に、TE信号振幅が最大となる真の最適チルト量がステップ角度0.2度の約3.7倍であった場合、すなわち真の最適チルト量が大きかった場合のチルト量に対するTE信号振幅の変化を破線で示す。この場合に、図

9と同様にチルト量を基準角度0度に対して1ステップ0.2度で±3ステップ変化させてTE信号振幅を測定した測定値を白丸のプロットで示す。また、この計測値を用いて最小二乗法で近似した2次曲線を実線で示す。このように真の最適チルト量が基準角度から大きくマイナス側にずれている場合には計測誤差などの影響を大きく受け、最小二乗法で近似すると下に凸の2次曲線に誤った近似を行ってしまう場合がある。このような場合、2次係数aを正値と算出し、演算結果は真の最適チルト量から完全にずれた値として算出される。

【0074】このような不具合を防ぐために、演算結果判定部237は、まず実施例2と同様に2次係数の正負で演算に誤りがあるか否かを判定し、2次係数が正の場合には演算結果が正しくないと判定して、基準角度を再設定する。そして、基準角度の再設定において、本実施例の演算結果判定部237は、チルト量が基準角度からプラス側の3ステップで計測されたTE信号振幅の平均値（正側平均値）と、マイナス側の3ステップで計測されたTE信号振幅の平均値（負側平均値）との大小関係を比較して、基準角度をずらすべき方向を判定する。プラス側3ステップの平均値が大きい場合には、基準角度をプラス側に2ステップずらし、マイナス側の3ステップの平均値が大きい場合にはマイナス側に2ステップずらす。図10に示した場合には、明らかにマイナス側3ステップの平均値の方が大きいので、基準角度をマイナス側に2ステップずらして、再計測・再演算を行う。図9と同様ににおける黒丸のプロットが、基準角度をマイナス側にずらして再計測したTE信号振幅値であり、この計測値を用いて最小二乗法で近似し、算出した極値はTE信号振幅が最大となる真の極値、すなわち最適チルト量と一致する。

【0075】以上のように、本実施例3は、光ディスク1の反り量が大きい場合でも、光ディスクの記録面と光ビームの相対傾きの最適値をTE信号振幅が最大となる傾きとして、精度良く求めるために、チルト量を基準角度を中心として±3ステップ角度変化させながら、チルト量とTE信号の振幅値の関係を最小二乗法により2次関数に近似し、TE信号の振幅値が極値となる最適チルト量を演算結果として算出する。そして、近似された2次関数における2次係数が正か負かを判定すると共に、正側平均値と負側平均値との大小関係を比較する。2次係数が正の場合には演算結果に誤りがあると判定し、基準角度を再設定する。正側平均値が負側平均値より大きい場合には基準角度を+2ステップだけずらして再設定し、正側平均値が負側平均値より小さい場合には基準角度を-2ステップだけずらして再設定し、再計測・再演算を行う。

【0076】このように、光ディスク1の反り量が大きい場合でも再計測・再演算することにより、最終的に正しい演算結果が求められる。そして演算結果判定部23

7は正しい演算結果を最適チルト量として設定し、チルト設定信号生成部33に出力して記憶させる。そして、記録もしくは再生動作の際には、チルト設定信号生成部33が、最適チルト量に設定するためのチルト設定信号をチルトサーボ回路21に出力し、チルトサーボ回路21によって光ディスク1と光ビームの相対傾きは最適チルト量に制御される。以上のように、本発明の実施例3の構成によれば、チルトセンサなどの特別な検出装置を設けることなく、光ディスクの反り量が大きい場合で

10 も、光ビームの光軸に対する光ディスクの記録面の傾きをTE信号により正確に検出し、かつ光ビームの光軸に対する光ディスクの記録面の傾きを最適な角度に精度良く制御することができる光ディスク装置を提供する。

【0077】《実施例4》以下、本発明の実施例4の光ディスク装置について説明する。本発明の実施例4の光ディスク装置は、実施例1における演算結果判定部37の動作のみが、実施例1と異なる。実施例4の演算結果判定部を337とする。その他の構成要素とその動作は実施例1と同様であるので同一符号を付してその詳細な説明は省略する。本実施例4においても、最適チルト量演算部36は、チルト設定信号生成部33から出力されたチルト設定信号に基づいて設定されたチルト量と、TE信号振幅計測部35によって計測されたTE信号の振幅値の関係を上記のように最小二乗法により2次関数に近似し、チルト量の変化に対するTE信号振幅値の変化の極値を演算結果として算出する。

20 【0078】そして、実施例4における演算結果判定部337は、最適チルト演算部36によって極値として算出された演算結果の正負（極値のチルト量が基準角度に対して正の値であるか負の値であるか）を判定すると共に、チルト量が基準角度からプラス側の3ステップで計測されたTE信号振幅の平均値（正側平均値）と、マイナス側の3ステップで計測されたTE信号振幅の平均値（負側平均値）との大小関係を比較することにより、演算結果の正否と基準角度をずらすべき方向を判定する。演算結果がプラス方向で（極値のチルト量が基準角度に対して正の値で）かつ負側平均値が大きい場合には基準角度からマイナス方向に所定量だけ変化させて基準角度を再設定し、演算結果がマイナス方向で（極値のチルト量が基準角度に対して負の値で）かつ正側平均値が大きい場合には基準角度からプラス方向に所定量だけ変化させて基準角度を再設定し、さらに演算結果がプラスで

20 （極値のチルト量が基準角度に対して正の値で）かつ正側平均値が大きい場合と、演算結果がマイナスで（極値のチルト量が基準角度に対して負の値で）かつ負側平均値が大きい場合には演算結果が正しいと判定して、演算結果を最適チルト量として設定する。チルト量が基準角度からプラス側の3ステップで計測されたTE信号振幅の平均値と、マイナス側の3ステップで計測されたTE信号振幅の平均値との差分の絶対値が一定値以下であれ

50 信号振幅の平均値との差分の絶対値が一定値以下であれ

ば、又は演算結果（極値のチルト量）が基準角度から一定の範囲内であれば、上記の判定ステップを行なわないようにしても良い。

【0079】例えれば、実施例3の説明で用いた図10においては、TE信号振幅が最大となる真の最適チルト量はマイナス方向の-3.7ステップであった。この場合に、チルト量を基準角度0度に対して1ステップ0.2度で±3ステップ変化させて測定した測定値（白丸のプロット）から算出した極値X<sub>max</sub>は、前述のように計測誤差などの影響を大きく受けて真の最適チルト量から完全にずれた値+8.8ステップとして算出されてしまう。この場合、演算結果（極値のチルト量）は+8.8ステップでプラス方向であり、チルト量が基準角度からプラス側の3ステップで計測されたTE信号振幅の平均値は10.2mV、マイナス側の3ステップで計測されたTE信号振幅の平均値は6.09mVとなる。したがって、演算結果がプラス方向で（極値のチルト量が基準角度に対して正の値で）かつ負側平均値が大きいケースに相当し、基準角度をマイナス方向に2ステップずらして再設定し、再計測・再演算を行う。実施例3と同様に黒丸のプロットが、基準角度をマイナス側にずらして再計測したTE信号振幅値であり、この計測値を用いて最小二乗法で近似し、算出した極値はTE信号振幅が最大となる真の極値、すなわち最適チルト量と一致する。

【0080】以上のように、本実施例4は、光ディスク1の反り量が大きい場合でも、光ディスクの記録面と光ビームの相対傾きの最適値をTE信号振幅が最大となる傾きとして、精度良く求めるために、チルト量を基準角度を中心として±3ステップ角度変化させながら、チルト量とTE信号の振幅値の関係を最小二乗法により2次関数に近似し、TE信号の振幅値が極値となる最適チルト量を演算結果として算出する。そして、最適チルト量演算部36によって極値として算出された演算結果の正負を判定と共に、チルト量が基準角度からプラス側の3ステップで計測されたTE信号振幅の平均値と、マイナス側の3ステップで計測されたTE信号振幅の平均値との大小関係を比較することにより、演算結果の正否と基準角度をずらすべき方向を判定し、演算結果が正しくないと判定した場合には基準角度を再設定し、再計測・再演算を行う。

【0081】このように、光ディスク1の反り量が大きい場合でも再計測・再演算することにより、最終的に正しい演算結果が求められる。そして演算結果判定部337は正しい演算結果を最適チルト量として設定し、チルト設定信号生成部33に出力して記憶させる。そして、記録もしくは再生動作の際には、チルト設定信号生成部33が、最適チルト量に設定するためのチルト設定信号をチルトサーボ回路21に出力し、チルトサーボ回路21によって光ディスク1と光ビームの相対傾きは最適チルト量に制御される。以上のように、本発明の実施例4

の構成によれば、チルトセンサなどの特別な検出装置を設けることなく、光ディスクの反り量が大きい場合でも、光ビームの光軸に対する光ディスクの記録面の傾きをTE信号により正確に検出し、かつ光ビームの光軸に対する光ディスクの記録面の傾きを最適な角度に精度良く制御することができる光ディスク装置を提供する。

【0082】《実施例5》以下、本発明の実施例5の光ディスク装置について、図面を参照しながら説明する。本発明の実施例5の光ディスク装置は、RF信号の振幅が最大となる光ディスク1の記録面と光ビームの相対傾き（チルト量）を最適チルト量として検出するものであり、光学ピックアップの傾きを変化させることにより、チルト量を変化させながらRF信号の振幅値を計測し、チルト量とRF信号の振幅値の関係を最小二乗法によって2次関数に近似し、チルト量の変化に対するRF信号の振幅値が最大となるチルト量を算出して最適チルト量とする。したがって、実施例1～4との相違点は、TE信号の振幅値の代わりにRF信号の振幅値を用いる点である。以下、実施例1～4と同様である構成要素とその動作は同一符号を付してその詳細な説明は省略する。

【0083】図11は本発明の実施例5の光ディスク装置の構成を示すブロック図である。図11の光ディスク装置は、図1のチルト検出部20に代えて、チルト検出部420を有する。再生信号処理回路19から出力されるRF信号が、チルト検出部420に送られること以外は前述の図1に示した実施例1と同様である。前述の図3に示した光ヘッド3内の光検出器34の分割された4つの受光素子A、B、C、Dの出力信号a、b、c、dが、前述の図4に示した再生信号処理回路19にて加算され、RF信号=(a+b+c+d)が生成される。図12に本発明の実施例5のチルト検出部420の構成を示す。チルト検出部420は、RF信号振幅計測部438、チルト設定信号生成部33、最適チルト量演算部436、及び演算結果判定部437から構成されている。

【0084】チルト検出部420は、最適チルト量検出モードと最適チルト量設定モードとの2つの動作モードを有する。最適チルト量検出モードはチルト量を変化させることにより最適なチルト量を検出するモードであり、最適チルト量設定モードはチルト量を最適なチルト量に固定するモードである。チルト設定信号生成部33が、いずれの動作モードで動作するかを決定する。決定された動作モードは各ブロックに伝送される（図示していない）。チルト設定信号生成部33は、最適チルト量検出モードにおいては3つ以上の（実施例においては7つの）異なるチルト設定信号を順次出力する。これにより、異なるチルト量が順次設定される（チルト設定信号毎に、一定のチルト量が設定される。）。RF信号振幅計測部438はそれぞれのチルト量におけるRF信号の振幅値を測定する（詳細は後述する。）。チルト設定信号生成部33は、最適チルト量設定モードにおいては最

## 31

適チルト量演算部436が出力した演算結果に基づいて、最適なチルト量のチルト設定信号を出力する。これにより、最適のチルト量が設定される。

【0085】RF信号振幅計測部438は、再生信号処理回路19で生成されたRF信号の振幅を計測する。最適チルト量演算部436は、チルト設定信号生成部33から出力されたチルト設定信号に基づいて設定されたチルト量と、RF信号振幅計測部438によって計測されたRF信号の振幅値との関係を最小二乗法により2次関数に近似する。当該2次関数に基づいて、チルト量の変化に対するRF信号の振幅値が極値（極大値）となるチルト量を演算結果として算出する。演算結果判定部437は最適チルト量演算部436で算出された演算結果が所定の演算限界値を越えているか否かを判定し、演算結果が演算限界値を越えていた場合には演算結果と、チルト量とRF信号の振幅値の関係を再計測させる指令とをチルト設定信号生成部33に出力する。演算結果が演算限界値を越えていない場合には演算結果と、演算結果が演算限界値内であるという情報をチルト設定信号生成部33に伝送する。チルト設定信号生成部33は、入力した演算結果を最適チルト値として設定する。

【0086】以上のように構成された実施例5の光ディスク装置において、その動作を図27を用いて説明する。図27は、チルト検出部420の動作を示すフローチャートである。最初に、光ディスク装置の電源が投入されるか又は光ディスク装置に光ディスクが装着されると、チルト設定信号生成部33は、チルト検出部420を最適チルト量検出モードに設定する（ステップ2701）。最適チルト量検出モードにおいては、フォーカスサーボ、トラッキングサーボを共にオンにした状態で、チルト設定信号生成部33は予め決められた7つのチルト設定信号を順次出力し、RF信号振幅計測部438はそれとのTE信号の振幅値を計測する（ステップ2702）。7つのチルト設定信号により、実施例1～4と同様に予め決められている基準の傾きを基準角度0度として、光学ピックアップ3の傾きを一定の角度ピッチS度で正方向と負方向に3ステップずつ変化させる。つまり、光ディスクの記録面と光ビームの相対傾きであるチルト量を変化させながら、RF信号の振幅を計測する。まずチルト設定信号生成部33は光学ピックアップ3の傾きを基準角度0に設定するチルト設定信号をチルトサーボ回路21に出力する。光学ピックアップ3の傾きX1を基準角度0に制御された状態でRF信号振幅計測部438によってRF信号の振幅値Y(X1)を計測する。続いて光学ピックアップ3の傾きを+1ステップに設定し、RF信号の振幅値Y(X2)を計測する。同様に光学ピックアップ3の傾き+2ステップ、+3ステップ、-1ステップ、-2ステップ、-3ステップと変化させながら各チルト量に対するRF信号の振幅値Y(X3)、Y(X4)、Y(X5)、Y(X6)、Y(X7)を合計7回計測する。

【0087】なお、基準角度0度は以下のように製造工場の組立工程で予め設定される。組立工程において、反りのほとんどのないフラットな基準ディスクをスピンドルモータによって回転させながら、光ビームが基準ディスクにほぼ垂直に照射されるように、光学ピックアップ3の傾きを調整し、その傾きを基準角度0度と定義する。すなわち、反り量がほぼ0度の光ディスクに対しては基準角度0度で光ディスクの記録面と光ビームの相対傾き（チルト量）が最適値となる。そして、光学ピックアップ3の傾きが基準角度0度に一致した際に零点信号を出力するように回転角度検出センサ（図示せず）をチルトモータ24の回転軸に取り付ける。又は、光学ピックアップ3の傾きが基準角度0度に一致した際に零点信号を出力するように、回転角度検出センサの出力回路を調整する。よって零点信号が出力される角度にチルトモータ24の回転角度を設定すれば光学ピックアップ3の傾きは基準角度0度になり、回転角度検出センサの出力に基づいてチルトモータ24の回転角度をコントロールすれば、光学ピックアップ3の傾きを基準角度0度から所定角度だけずれた傾きに設定することができる。

【0088】次に、計測値に基づいて最適チルト量を演算する（ステップ2703）。ここで、図13に光学ピックアップ3の傾きに対するRF信号振幅の変化を示す。図13のとおり光学ピックアップ3の傾きに対するRF信号振幅の変化はTE信号振幅の変化と同様にほぼ2次関数に近い特性を示す。よってRF信号振幅の変化を最小二乗法によって2次関数に近似してRF信号振幅が最大になる角度を求める。そこで光学ピックアップの傾き（チルト量）のステップ角度Sに対する比をX（上記の7ステップの測定を例に取ればX=-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3）、RF信号振幅をY(X)として式（1）の2次関数に近似する。その演算方法は実施例1と同一であり、測定j回目のチルト量XをXjとした場合のRF信号振幅の計測値をYjとすると、近似した式（1）の値と実際の計測値Yjとの誤差量vjは式（2）に示される。式（3）に示す誤差vjの二乗和Eを最小にするように係数a、b、cを決定する。係数a、b、c、dは式（4）の行列式を解くことにより求めることができる。ここで、式（4）中の各関数P(k)、Q(k)、Y1は式（5）、式（6）、式（7）に示したとおりである。チルト量はX1=0、X2=+1、X3=+2、X4=+3、X5=-1、X6=-2、X7=-3と設定するので、X2とX5、X3とX6、及びX4とX7は、互いに符号が逆であるため、P(1)、P(3)は0となり、式（4）は、簡素化されて式（8）になる。式（1）の2次関数でYが最大値となるXは、式（9）で求められる。2次係数aと1次係数bは、計測したRF信号の振幅値Yjと式（8）から算出できる。これらをまとめると式（9）のXmaxは、式（10）で示さ

## 32

33

れる。また2次係数aは式(11)で求めることができる。

【0089】以上により、RF信号の振幅値が最大値となるチルト量の角度θは、ステップ角度S度と式(9)で算出されたX<sub>max</sub>の積で求めることができる(θ=S×X<sub>max</sub>)。例えば、図14はステップ角度を0.2度でチルト量を変化させながら計測したRF信号振幅のプロットと、その計測値に基づいて最小二乗法で2次関数に近似した2次曲線を示したものであり、求められたX<sub>max</sub>が1.05ステップであった場合である。このときRF信号振幅値が最大となるチルト量は0.21度となる。このように最適チルト量演算部436は、チルト設定信号生成部33から出力されたチルト設定信号に基づいて設定されたチルト量と、RF信号振幅計測部438によって計測されたRF信号の振幅値の関係を上記のように最小二乗法により2次関数に近似し、チルト量の変化に対するTE信号の振幅値が最大となるチルト量を演算結果として算出する。

【0090】次に演算結果判定部437は、RF信号振幅が最大となる真の最適チルト量を正確に求めるために、最適チルト量演算部436で算出された演算結果が所定の演算限界値を越えているか否かを判定する(ステップ2704)。図15はRF信号振幅が最大となる真の最適チルト量がステップ角度0.2度の約2.75倍であった場合のチルト量に対するRF信号振幅の変化を破線で示す。例えば、光ディスク1の反り量が極端に大きく、-0.5度程度もあった場合などにこのような状態になる。この場合に、チルト量を基準角度0度に対して1ステップ0.2度で±3ステップ変化させてRF信号振幅を測定した測定値を白丸のプロットで示す。また、この計測値を用いて最小二乗法で近似した2次曲線を実線で示す。図15から明らかのように真の極値(RF信号振幅が最大となるチルト量)がマイナス側の最大ステップである-3ステップ付近にあるため、測定誤差の影響を受け、±3ステップでの測定値から算出した極値は-3.6ステップとなってしまう。

【0091】このようにRF信号振幅が最大となる最適チルト量が基準角度から大きくずれている場合の最適チルト量の誤算出を防ぐために、演算限界値を予め設定し、演算結果がその演算限界値を越えていた場合にはステップ2705に進む。ステップ2705において、基準角度を演算結果がずれている方向にシフトして再設定する。具体的には演算限界値を±2ステップとして、演算結果が本実施例のように-3.6ステップとマイナス側の演算限界値を越えていた場合には、演算結果判定部437はチルト設定信号生成部33が输出するチルト設定信号の基準角度をマイナス側に2ステップずらすように指令する。すなわち基準角度を-0.4度の角度に再設定して再計測する。再びステップ2702に戻り、チルト設定信号生成部33は新たな基準角度に対して0ス

34

テップ、+1ステップ、+2ステップ、+3ステップ、-1ステップ、-2ステップ、-3ステップと変化させたチルト設定信号を出力する。各チルト量(チルト設定信号)に対するTE信号の振幅値を合計7回計測する。

【0092】図15における黒丸のプロットが再計測したRF信号振幅値であり、この計測値を用いて最小二乗法で近似し、極値(極大値)を算出する(ステップ2703)。算出した極値は、RF信号振幅が最大となる真の極値、すなわち最適チルト量と一致する。再び、演算結果判定部437は、最適チルト量演算部436で算出

された演算結果が所定の演算限界値を越えているか否かを判定する(ステップ2704)。演算結果が演算限界値内であれば、ステップ2706に進む。ステップ2706において、チルト設定信号生成部33は、チルト検出部20を最適チルト量設定モードに設定する。次に、チルト設定信号生成部33は、入力した演算結果に応じて最適なチルト設定信号を出力する(ステップ2707)。チルト駆動機構26は、光ディスク1を最適にチルトさせる。

【0093】逆に、光ディスク1の反り量がプラス側に大きい場合など、0度を基準角度として±3ステップで計測・演算した結果がプラス側の演算限界値(+2ステップ)を越えていた場合にはステップ2705において基準角度をプラス側に+2ステップずらして、再計測・再演算を行う(ステップ2702、2703)。これらにより、光ディスクの反り量が極端に大きい場合など、最適チルト量が基準角度から大きくずれていた際にも、基準角度を再設定して再計測・再演算を行うことにより、正確に最適チルト量を求めることができる。

【0094】さらに、演算結果判定部437は、最小二乗法で近似した2次関数における2次係数が正か負かの判定を行う。図16は、RF信号振幅が最大となる真の最適チルト量がステップ角度0.2度の約3.7倍であった場合、すなわち真の最適チルト量が、図15で示した場合よりも大きかった場合のチルト量に対するRF信号振幅の変化を破線で示す。この場合に、チルト量を基準角度0度に対して1ステップ0.2度で±3ステップ変化させてRF信号振幅を測定した測定値を白丸のプロットで示す。また、この計測値を用いて最小二乗法で近似した2次曲線を実線で示す。

【0095】このように真の最適チルト量が基準角度から大きくマイナス側にずれている場合、チルト量がプラス側でのRF信号振幅値は非常に小さくなりノイズなどの影響を受けやすくなるために計測誤差が大きくなる。さらにその変化が2次関数で近似できるとは限らない。したがって、例えば図16に示すように+3ステップ角度でのRF振幅を真の値より大きく計測してしまう可能性が生じ、最小二乗法で近似すると下に凸の2次曲線に誤った近似を行ってしまう。したがって、式(11)で示した2次係数aを正值と算出し、演算結果は真の最適

チルト量から完全にずれた値として算出される。この場合、具体的には2次係数  $a = 6.71$  に、演算結果  $X_m$   $a x = 8.8$  ステップと算出してしまう。

【0096】このような不具合を防ぐために、演算結果判定部437は、2次係数の正負で演算に誤りがあるか否かを判定し、2次係数が正の場合には演算結果が正しくないと判定して、基準角度を再設定する。基準角度の再設定においては、極値として算出された演算結果の正負により基準角度をずらすべき方向を判定する。演算結果が正の場合には、基準角度をマイナス側に2ステップずらし、負の場合にはプラス側に2ステップずらす。図16に示した場合には、演算結果が正であるので、基準角度をマイナス側に2ステップずらして、再計測・再演算を行う。図16における黒丸のプロットが、基準角度をマイナス側にずらして再計測したRF信号振幅値であり、この計測値を用いて最小二乗法で近似し、算出した極値はRF信号振幅が最大となる真の極値、すなわち最適チルト量と一致する。

【0097】以上のように、本実施例5は、光ディスク1の反り量が大きい場合でも、光ディスクの記録面と光ビームの相対傾きの最適値をRF信号振幅が最大となる傾きとして、精度良く求めるために、チルト量を基準角度を中心として±3ステップ角度変化させながら、チルト量とRF信号の振幅値の関係を最小二乗法により2次関数に近似し、RF信号の振幅値が極値となる最適チルト量を演算結果として算出する。そして、光ディスク1の反り量が大きい場合でも最適チルト量を誤りなく求めるために、まず、演算結果が演算限界値として設定した±2ステップを越えているか否かを判定し、演算結果がプラス側の演算限界値を越えていた場合には基準角度を+2ステップだけずらして再設定し、演算結果がマイナス側の演算限界値を越えていた場合には-2ステップだけずらして再設定し、再計測・再演算を行う。このように、光ディスク1の反り量が大きい場合でも再計測・再演算することにより、最終的に正しい演算結果が求められる。

【0098】さらに、近似された2次関数における2次係数が正か負かを判定すると共に、演算結果が基準角度を基準として正方向か負方向か（極値におけるチルト量が基準角度に対して正の値か負の値か）を判定する。2次係数が正の場合には演算結果に誤りがあると判定し、基準角度を再設定する。演算結果が基準角度を基準としてプラス方向（極値におけるチルト量が基準角度に対して正の値）の場合には基準角度を-2ステップだけずらして再設定し、演算結果が基準角度を基準としてマイナス方向（極値におけるチルト量が基準角度に対して負の値）の場合には基準角度を+2ステップだけずらして再設定し、再計測・再演算を行う。このように、光ディスク1の反り量が大きい場合でも再計測・再演算することにより、最終的に正しい演算結果が求められる。

【0099】チルト設定信号生成部33は、正しい演算結果を最適チルト量として記憶する。記録もしくは再生動作の際には（最適チルト量設定モードになっている。）、チルト設定信号生成部33が、最適チルト量に設定するためのチルト設定信号をチルトサーボ回路21に出力し、チルトサーボ回路21によって光ディスク1と光ビームの相対傾きは最適チルト量に制御される。以上のように、本発明の実施例5の構成によれば、チルトセンサなどの特別な検出装置を設けることなく、光ディスクの反り量が大きい場合でも、光ビームの光軸に対する光ディスクの記録面の傾きをRF信号により正確に検出し、かつ光ビームの光軸に対する光ディスクの記録面の傾きを最適な角度に精度良く制御することができる光ディスク装置を提供する。別個のチルトセンサを用いる従来例においてはチルトセンサにおけるチルト角度と光ピックアップ3におけるチルト角度との誤差が問題であったが、光ピックアップ3が入力した反射光に基づいて最適のチルト量を算出する本発明の光ディスク装置においてはそのような誤差はありえない。

【0100】【実施例6】以下、本発明の実施例6の光ディスク装置について、図面を参照しながら説明する。本発明の実施例6の光ディスク装置は、RF信号の基準クロックに対するジッタ値が最小となる光ディスク1の記録面と光ビームの相対傾き（チルト量）を最適チルト量として検出するものであり、光学ピックアップの傾きを変化させることにより、チルト量を変化させながらジッタ値を計測し、チルト量とジッタ値の関係を最小二乗法によって2次関数に近似し、チルト量の変化に対するジッタ値が最小となるチルト量を算出して最適チルト量とする。したがって、実施例1～4との相違点は、TE信号の振幅値の代わりにジッタ値を用いる点である。以下、実施例1～4と同様である構成要素とその動作は同一符号を付してその詳細な説明は省略する。

【0101】図17は本発明の実施例6の光ディスク装置の構成を示すブロック図である。図17の光ディスク装置は、図1のチルト検出部20に代えて、ジッタ計測部539及びチルト検出部520を有する。再生信号処理回路19から出力されるRF信号がジッタ計測部539に送られ、ジッタ計測部539で計測されたジッタ値がチルト検出部520に送られる。それ以外は前述の図1に示した実施例1と同様である。前述の図3に示した光学ピックアップ3内の光検出器34の分割された4つの受光素子A、B、C、Dの出力a、b、c、dが、前述の図4に示した再生信号処理回路19にて加算され、 $RF\text{信号} = (a+b+c+d)$ として生成される。ジッタ計測部539はRF信号を2値化信号に変換し、2値化信号の基準クロックに対するジッタ値を計測し、そのジッタ値に比例した電圧をジッタ電圧として出力する。

【0102】図18は本発明の実施例6のチルト検出部520の構成を示す。チルト検出部520は、ジッタ信

号計測部540、チルト設定信号生成部33、最適チルト量演算部536、及び演算結果判定部537から構成されている。チルト検出部420は、最適チルト量検出モードと最適チルト量設定モードとの2つの動作モードを有する。最適チルト量検出モードはチルト量を変化させることにより最適なチルト量を検出するモードであり、最適チルト量設定モードはチルト量を最適なチルト量に固定するモードである。チルト設定信号生成部33が、いずれの動作モードで動作するかを決定する。決定された動作モードは各ブロックに伝送される(図示していない)。チルト設定信号生成部33は、最適チルト量検出モードにおいては3つ以上の(実施例においては7つの)異なるチルト設定信号を順次出力する。これにより、異なるチルト量が順次設定される(チルト設定信号毎に、一定のチルト量が設定される。)。ジッタ信号計測部540はそれぞれのチルト量におけるジッタ信号を測定する(詳細は後述する。)。チルト設定信号生成部33は、最適チルト量設定モードにおいては最適チルト量演算部536が出力した演算結果に基づいて、最適なチルト量のチルト設定信号を出力する。これにより、最適のチルト量が設定される。

【0103】ジッタ信号計測部540は、ジッタ計測部539で生成されたジッタ電圧値をジッタ値として計測する。チルト設定信号生成部33は、光ディスク1と光ビームの相対傾き(チルト量)を所望の角度に設定するためのチルト設定信号をチルトサーボ回路21に出力する。最適チルト量演算部536は、チルト設定信号生成部33から出力されたチルト設定信号に基づいて設定されたチルト量と、ジッタ信号計測部540によって計測されたジッタ値の関係を最小二乗法により2次関数に近似する。当該2次関数に基づいて、チルト量の変化に対するジッタ値が極値(極小値)となるチルト量を演算結果として算出する。演算結果判定部537は最適チルト量演算部536で算出された演算結果が所定の演算限界値を越えているか否かを判定し、演算結果が演算限界値を越えていた場合には、演算結果と、チルト量とジッタ値の関係を再計測させる指令とチルト設定信号生成部33に出力する。演算結果が演算限界値を越えていない場合には演算結果と、演算結果が演算限界値内であるという情報をチルト設定信号生成部33に伝送する。チルト設定信号生成部33は、入力した演算結果を最適チルト量として設定する。

【0104】以上のように構成された実施例6の光ディスク装置において、その動作を図28を用いて説明する。図28は、チルト検出部520の動作を示すフローチャートである。最初に、光ディスク装置の電源が投入されるか又は光ディスク装置に光ディスクが装着されると、チルト設定信号生成部33は、チルト検出部520を最適チルト量検出モードに設定する(ステップ2801)。最適チルト量検出モードにおいては、フォーカス

サーボ、トラッキングサーボと共にオンにした状態で、チルト設定信号生成部33は予め決められた7つのチルト設定信号を順次出力し、ジッタ信号計測部540はそれぞれのジッタ値を計測する(ステップ2802)。7つのチルト設定信号により、実施例1~4と同様に予め決められている基準の傾きを基準角度0度として、光学ピックアップ3の傾きを一定の角度ピッチS度で正方向と負方向に3ステップずつ変化させる。つまり、光ディスクの記録面と光ビームの相対傾きであるチルト量を変化させながら、ジッタ値を計測する。

【0105】まずチルト設定信号生成部33は光学ピックアップ3の傾きを基準角度0に設定するチルト設定信号をチルトサーボ回路21に出力する。光学ピックアップ3の傾きX1を基準角度0に制御された状態でジッタ信号計測部540によってジッタ値Y(X1)を計測する。続いて光学ピックアップ3の傾きを+1ステップに設定し、ジッタ値Y(X2)を計測する。同様に光学ピックアップ3の傾き+2ステップ、+3ステップ、-1ステップ、-2ステップ、-3ステップと変化させながら各チルト量に対するジッタ値Y(X3)、Y(X4)、Y(X5)、Y(X6)、Y(X7)を合計7回計測する。

【0106】なお、基準角度0度は以下のように製造工場の組立工程で予め設定される。組立工程において、反りのほとんどのないフラットな基準ディスクをスピンドルモータによって回転させながら、光ビームが基準ディスクにほぼ垂直に照射されるように、光学ピックアップ3の傾きを調整し、その傾きを基準角度0度と定義する。すなわち、反り量がほぼ0度の光ディスクに対しては基準角度0度で光ディスクの記録面と光ビームの相対傾き(チルト量)が最適値となる。そして、光学ピックアップ3の傾きが基準角度0度に一致した際に零点信号を出力するように回転角度検出センサ(図示せず)をチルトモータ24の回転軸に取り付ける。又は、光学ピックアップ3の傾きが基準角度0度に一致した際に零点信号を出力するように、回転角度検出センサの出力回路を調整する。よって零点信号が出力される角度にチルトモータ24の回転角度を設定すれば光学ピックアップ3の傾きは基準角度0度になり、回転角度検出センサの出力に基づいてチルトモータ24の回転角度をコントロールすれば、光学ピックアップ3の傾きを基準角度0度から所定角度だけずれた傾きに設定することができる。

【0107】次に、計測値に基づいて最適チルト量を演算する(ステップ2803)。ここで、図19に光学ピックアップ3の傾きに対するジッタ値の変化を示す。図19のとおり光学ピックアップ3の傾きに対するジッタ値の変化はTE信号振幅の変化と同様にほぼ2次関数に近い特性を示す。ただし、2次係数が正の下に凸の2次曲線となり、ジッタが極小となるチルト量が最適チルト量となる。よってチルト量に対するジッタ値の変化を最

小二乗法によって2次関数に近似してジッタ値が最小になる角度を求める。そこで光学ピックアップの傾き(チルト量)のステップ角度Sに対する比をX(上記の7ステップの測定を例に取れば $X = -3, \dots, 0, \dots, 3$ )、ジッタ値をY(X)として式(1)の2次関数に近似する。その演算方法は実施例1と同一であり、測定j回目のチルト量Xを $X_j$ とした場合のジッタ値の計測値を $Y_j$ とすると、近似した式(1)の値と実際の計測値 $Y_j$ との誤差量 $v_j$ は式(2)に示される。

【0108】式(3)に示す誤差  $v_j$  の二乗和  $E$  を最小にするように係数  $a$ 、 $b$ 、 $c$  を決定する。係数  $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$  は式(4)の行列式を解くことにより求めることができる。ここで、式(4)中の各関数  $P(k)$ 、 $Q(k)$ 、 $Y_1$  は式(5)、式(6)、式(7)に示したとおりである。チルト量は  $X_1=0$ 、 $X_2=+1$ 、 $X_3=+2$ 、 $X_4=+3$ 、 $X_5=-1$ 、 $X_6=-2$ 、 $X_7=-3$  と設定するので、 $X_2$  と  $X_5$ 、 $X_3$  と  $X_6$ 、及び  $X_4$  と  $X_7$  は、互いに符号が逆であるため、 $P(1)$ 、 $P(3)$  は 0 となり、式(4)は、簡素化されて式(8)になる。式(1)の2次関数で  $Y$  が最大値となる  $X$  は、式(9)で求められ、2次係数  $a$  と 1次係数  $b$  は、計測したジッタ値  $Y_j$  と式(8)から算出できる。これらをまとめると  $X_{\min}$  ( $Y$  が極小値となる  $X$  の値) は、式(9)及び式(10)の  $X_{\max}$  を  $X_{\min}$  に置き換えた式で示される。また2次係数  $a$  は式(11)で求めることができる。

【0109】以上により、ジッタ値が最小値となるチルト量の角度 $\theta$ は、ステップ角度S度と式(9)で算出された $X_{min}$ の積で求めることができる( $\theta = S \times X_{min}$ )。例えば、図20はステップ角度Sを0.2度でチルト量を変化させながら計測したジッタ電圧値のプロットと、その計測値に基づいて最小二乗法で2次関数に近似した2次曲線を示したものであり、求められた $X_{min}$ が1.05ステップであった場合である。このときジッタ値が最小となるチルト量は0.21度となる。このように最適チルト量演算部536は、チルト設定信号生成部33から出力されたチルト設定信号に基づいて設定されたチルト量と、ジッタ信号計測部540によって計測されたジッタ電圧値の関係を上記のように最小二乗法により2次関数に近似し、チルト量の変化に対するジッタ値が最小となるチルト量を演算結果として算出する。

【0110】次に演算結果判定部537の動作を説明する。まず、演算結果判定部537は、ジッタ値が最小となる真の最適チルト量を正確に求めるために、最適チルト量演算部536で算出された演算結果が所定の演算限界値を越えているか否かを判定する（ステップ2804）。図21はジッタ値が最小となる真の最適チルト量がステップ角度S=0.2度の約2.75倍であった場合のチルト量に対するジッタ値の変化を破線で示す。例

えば、光ディスク1の反り量が極端に大きく、-0.55度程度もあった場合などにこのような状態になる。この場合に、チルト量を基準角度0度に対して1ステップ0.2度で±3ステップ変化させてジッタ電圧値を測定した測定値を白丸のプロットで示す。また、この計測値を用いて最小二乗法で近似した2次曲線を実線で示す。図21から明らかのように真の極値（ジッタ値が最小となるチルト量）がマイナス側の最大ステップである-3ステップ付近にあるため、測定誤差の影響を受け、±3

10 ステップでの測定値から算出した極値は-3.6ステップとなってしまう。

【0111】このようにジッタ値が最小となる最適チルト量が基準角度から大きくずれている場合の最適チルト量の誤算出を防ぐために、演算限界値を予め設定し、演算結果がその演算限界値を越えていた場合にはステップ2805に進む。ステップ2805において、基準角度を演算結果がずれている方向にシフトして再設定する。具体的には演算限界値を土2ステップとして、演算結果が本実施例のように-3, 6ステップとマイナス側の演

20 算限界値を越えていた場合には、演算結果判定部537はチルト設定信号生成部33が outputするチルト設定信号の基準角度をマイナス側に2ステップずらすように指令する。すなわち基準角度を-0.4度の角度に再設定して再計測する。再びステップ2802に戻り、チルト設定信号生成部33は新たな基準角度に対して0ステップ、+1ステップ、+2ステップ、+3ステップ、-1ステップ、-2ステップ、-3ステップと変化させたチルト設定信号を outputする。各チルト量(チルト設定信号)に対するジッタ値を合計7回計測する。

30 【0112】図21における黒丸のプロットが再計測したジッタ電圧値であり、この計測値を用いて最小二乗法で近似し、算出した極値は、ジッタ値が最小となる真の極値、すなわち最適チルト量と一致する。再び、演算結果判定部537は、最適チルト量演算部536で算出された演算結果が所定の演算限界値を越えているか否かを判定する（ステップ2804）。演算結果が演算限界値内であれば、ステップ2806に進む。ステップ2806において、チルト設定信号生成部33は、チルト検出部520を最適チルト量設定モードに設定する。次に、  
40 チルト設定信号生成部33は、入力した演算結果に応じて最適なチルト設定信号を出力する（ステップ2807）。チルト駆動機構26は、光ディスク1を最適にチルトさせる

【0113】逆に、光ディスク1の反り量がプラス側に大きい場合など、0度を基準角度として±3ステップで計測・演算した結果がプラス側の演算限界値(+2ステップ)を越えていた場合にはステップ2805において基準角度をプラス側に+2ステップずらして、再計測・再演算を行う(ステップ2802、2803)。これらにより、光ディスクの反り量が極端に大きい場合など、

## 41

最適チルト量が基準角度から大きくずれていた際にも、基準角度を再設定して再計測・再演算を行うことにより、正確に最適チルト量を求めることができる。

【0114】さらに、演算結果判定部537は、最小二乗法で近似した2次関数における2次係数が正か負かの判定を行う。図22は、ジッタ値が最小となる真の最適チルト量がステップ角度S=0.2度の約3.7倍であった場合、すなわち真の最適チルト量が、図21で示した場合よりもさらに大きかった場合のチルト量に対するジッタ電圧値の変化を破線で示す。この場合に、チルト量を基準角度0度に対して1ステップ0.2度で±3ステップ変化させてジッタ電圧値を測定した測定値を白丸のプロットで示す。また、この計測値を用いて最小二乗法で近似した2次曲線を実線で示す。

【0115】このように真の最適チルト量が基準角度から大きくマイナス側にずれている場合、ジッタ値が単調増大型のカーブになり最小二乗法で近似した2次曲線の係数がノイズなどの影響を受けやすくなる。例えば図22に示すように+3ステップ角度でのジッタ値が真の値より小さく計測してしまった場合、Y(X)を最小二乗法で近似すると上に凸の2次曲線に誤った近似を行ってしまう。したがって、式(11)で示した2次係数aを負値と算出し、演算結果は真の最適チルト量から完全にずれた値として算出される。この場合、具体的には2次係数a=-6.71に、演算結果X<sub>min</sub>=+8.8ステップと算出してしまう。

【0116】このような不具合を防ぐために、演算結果判定部537は、2次係数の正負で演算に誤りがあるか否かを判定し、2次係数が負の場合には演算結果が正しくないと判定して、基準角度を再設定する。基準角度の再設定においては、極値として算出された演算結果の正負により基準角度をずらすべき方向を判定する。演算結果が正の場合には、基準角度をマイナス側に2ステップずらし、負の場合にはプラス側に2ステップずらす。図22に示した場合には、演算結果が正であるので、基準角度をマイナス側に2ステップずらして、再計測・再演算を行う。図22における黒丸のプロットが、基準角度をマイナス側にずらして再計測したジッタ電圧値であり、この計測値を用いて最小二乗法で近似し、算出した極値はジッタ値が最小となる真の極値、すなわち最適チルト量と一致する。

【0117】以上のように、本実施例6は、光ディスク1の反り量が大きい場合でも、光ディスクの記録面と光ビームの相対傾きの最適値をジッタが最小となる傾きとして、精度良く求めるために、チルト量を基準角度を中心として±3ステップ角度変化させながら、チルト量とジッタ値の関係を最小二乗法により2次関数に近似し、ジッタ値が極値となる最適チルト量を演算結果として算出する。そして、光ディスク1の反り量が大きい場合でも最適チルト量を誤りなく求めるために、まず、演算結

## 42

果が演算限界値として設定した±2ステップを越えているか否かを判定し、演算結果がプラス側の演算限界値を越えていた場合には基準角度を+2ステップだけずらして再設定し、演算結果がマイナス側の演算限界値を越えていた場合には-2ステップだけずらして再設定し、再計測・再演算を行う。このように、光ディスク1の反り量が大きい場合でも再計測・再演算することにより、最終的に正しい演算結果が求められる。

【0118】さらに、近似された2次関数における2次係数が正か負かを判定すると共に、演算結果が基準角度を基準として正方向か負方向か(極値におけるチルト量が基準角度に対して正の値か負の値か)を判定する。2次係数が負の場合には演算結果に誤りがあると判定し、基準角度を再設定する。演算結果が基準角度を基準としてプラス方向(極値におけるチルト量が基準角度に対して正の値)の場合には基準角度を-2ステップだけずらして再設定し、演算結果が基準角度を基準としてマイナス方向(極値におけるチルト量が基準角度に対して負の値)の場合には基準角度を+2ステップだけずらして再設定し、再計測・再演算を行う。このように、光ディスク1の反り量が大きい場合でも再計測・再演算することにより、最終的に正しい演算結果が求められる。

【0119】チルト設定信号生成部33は、正しい演算結果を最適チルト量として記憶する。記録もしくは再生動作の際には(最適チルト量設定モードになっている)、チルト設定信号生成部33が、最適チルト量に設定するためのチルト設定信号をチルトサーボ回路21に出力し、チルトサーボ回路21によって光ディスク1と光ビームの相対傾きは最適チルト量に制御される。以上のように、本発明の実施例6の構成によれば、チルトセンサなどの特別な検出装置を設けることなく、光ディスクの反り量が大きい場合でも、光ビームの光軸に対する光ディスクの記録面の傾きをジッタ信号により正確に検出し、かつ光ビームの光軸に対する光ディスクの記録面の傾きを最適な角度に精度良く制御することができる光ディスク装置を提供する。別個のチルトセンサを用いる従来例においてはチルトセンサにおけるチルト角度と光ピックアップ3におけるチルト角度との誤差が問題であったが、光ピックアップ3が入力した反射光に基づいて最適のチルト量を算出する本発明の光ディスク装置においてはそのような誤差はありえない。

【0120】《実施例7》以下、本発明の実施例7の光ディスク装置について、図面を参照しながら説明する。実施例7においては、チルト駆動機構は光ビームを集束する対物レンズ4の角度を変える構成とした。実施例1～6では、チルト量を変化させるために光学ピックアップ3の傾きを変えたが、対物レンズ4の傾きを変える構成にしても同様の効果が得られる。つまり、対物レンズ4の傾きを変えることにより光ビームが光ディスク3の記録面に入射する角度を変えることができる。よって本

実施例7においては、実施例1と同様に対物レンズ4の傾きを変えることによりチルト量を変化させながらTE信号振幅が最大となる最適チルト量を求めることができる。

【0121】図23に対物レンズ4を傾けるチルトアクチュエータの構成を示す。チルトアクチュエータは、マグネット8と内周側フォーカス駆動コイル641と外周側フォーカス駆動コイル642で構成されている。内周側フォーカス駆動コイル641と外周側フォーカスコイル642に同位相の電圧を加えると対物レンズ4はフォーカス方向(上下方向)に駆動される。また、内周側フォーカス駆動コイル641と外周側フォーカスコイル642に逆位相の電圧を加えると対物レンズ4は傾き、これらのコイルに入力する電圧をコントロールすることにより対物レンズ4の傾き角度を制御できる。

【0122】図24は本発明の実施例7の光ディスク装置の構成を示すブロック図である。図1の構成と比べて、実施例7の光ディスク装置は光ピックアップ3の対物レンズ4の角度を変えることによりチルトを可変していること、及びチルトサーボ回路21に代えてチルトサーボ部621を有することにおいて特徴的である。チルトサーボ回路部621の出力信号は、フォーカスサーボ回路6の出力信号と加算され、当該加算信号により対物レンズ4は駆動される。

【0123】図25はチルトサーボ回路621の構成を示す図ある。チルトサーボ回路621は光ディスク1に照射される光ビームの照射角度が所望の角度になるように対物レンズ4の傾きを制御する。チルト設定信号生成部33からのチルト設定信号に基づき、チルトサーボ信号を出力するチルトサーボ信号発生部623と、チルトサーボ信号に基づき内周側フォーカス駆動コイル641と外周側フォーカスコイル642に電圧を印加するチルト駆動回路643とから構成されている。そのほかの構成は実施例1と同様であり、チルト検出部20は図5と同様の構成を有し、TE信号振幅計測部35、チルト設定信号生成部33、最適チルト量演算部36、及び演算結果判定部637から構成されている(図5の演算結果判定部37に代えて、演算結果判定部637を有する。)。TE信号振幅計測部35は、再生信号処理回路19で生成されたトラッキングエラー信号(TE信号)の振幅を計測する。

【0124】チルト設定信号生成部33は、光ディスク1と光ビームの相対傾き(チルト量)を所望の角度に設定するためのチルト設定信号をチルトサーボ回路621に出力する。最適チルト量演算部36は、チルト設定信号生成部33から出力されたチルト設定信号に基づいて設定されたチルト量と、TE信号振幅計測部35によって計測されたTE信号の振幅値との関係を最小二乗法により2次関数に近似する。当該2次関数を用いて、チルト量の変化に対するTE信号の振幅値が極値となるチルト量を演算結果として算出する。演算結果判定部637は最適チルト量演算部で算出された演算結果が所定の演算限界値を越えているか否かを判定し、演算結果が演算限界値を越えていた場合には、演算結果と、チルト量とTE信号の振幅値の関係を再計測させる指令とチルト設定信号生成部33に出力する。演算結果が演算限界値を越えていない場合には、演算結果と、演算結果が演算限界値内であるという情報をチルト設定信号生成部33に伝送する。チルト設定信号生成部33は、当該演算結果を最適チルト量として設定する。

【0125】このように、光ディスク1の反り量が大きい場合でも再計測・再演算することにより、最終的に正しい演算結果が求められる。そしてチルト設定信号生成部33は正しい演算結果を最適チルト量として記憶する。記録もしくは再生動作の際には(最適チルト量設定モードになっている。)、チルト設定信号生成部33が、最適チルト量に設定するためのチルト設定信号をチルトサーボ回路21に出力し、チルトサーボ回路621によって対物レンズ4の傾きをコントロールすることにより光ディスク1と光ビームの相対傾きは最適チルト量に制御することができる。以上のように、本発明の実施例7の構成によれば、チルトセンサなどの特別な検出装置やチルトモータなどのチルト駆動機構を設けることなく、光ディスクの反り量が大きい場合でも、光ビームの光軸に対する光ディスクの記録面の傾きをジッタ信号により正確に検出し、かつ光ビームの光軸に対する光ディスクの記録面の傾きを最適な角度に精度良く制御することができる光ディスク装置を提供する。別個のチルトセンサを用いる従来例においてはチルトセンサにおけるチルト角度と光ピックアップ3におけるチルト角度との誤差が問題であったが、光ピックアップ3が入力した反射光に基づいて最適のチルト量を算出する本発明の光ディスク装置においてはそのような誤差はありえない。

【0126】以上、本発明の光ディスク装置は、チルトセンサなどの特別な検出装置を設けることなく、光ディスクの反り量が大きい場合にも、確実に最適チルト量を検出することができるので、非常に高精度で信頼性の高いチルトサーボが実現できる。したがって、本発明の光ディスク装置の構成はDVD-R装置、DVD-RAM装置、DVD-RW装置、CD-R装置、CD-RW装置や光磁気記録装置などの記録及び再生の両方を行う光ディスク記録再生装置、及び再生専用のDVD-ROM装置、CD-ROM装置や再生専用MD装置などの光ディスク再生装置、及び記録のみを行う光ディスク記録装置のいずれの光ディスク装置においても好適であり、いずれの場合も同様の効果を奏することは言うまでもない。

#### 【0127】

【発明の効果】以上、本発明の光ディスク装置は光ディスクの記録面と光ビームの相対傾きであるチルト量を光

量を演算結果として算出する。演算結果判定部637は最適チルト量演算部で算出された演算結果が所定の演算限界値を越えているか否かを判定し、演算結果が演算限界値を越えていた場合には、演算結果と、チルト量とTE信号の振幅値の関係を再計測させる指令とチルト設定信号生成部33に出力する。演算結果が演算限界値を越えていない場合には、演算結果と、演算結果が演算限界値内であるという情報をチルト設定信号生成部33に伝送する。チルト設定信号生成部33は、当該演算結果を最適チルト量として設定する。

【0125】このように、光ディスク1の反り量が大きい場合でも再計測・再演算することにより、最終的に正しい演算結果が求められる。そしてチルト設定信号生成部33は正しい演算結果を最適チルト量として記憶する。記録もしくは再生動作の際には(最適チルト量設定モードになっている。)、チルト設定信号生成部33が、最適チルト量に設定するためのチルト設定信号をチルトサーボ回路21に出力し、チルトサーボ回路621によって対物レンズ4の傾きをコントロールすることにより光ディスク1と光ビームの相対傾きは最適チルト量に制御することができる。以上のように、本発明の実施例7の構成によれば、チルトセンサなどの特別な検出装置やチルトモータなどのチルト駆動機構を設けることなく、光ディスクの反り量が大きい場合でも、光ビームの光軸に対する光ディスクの記録面の傾きをジッタ信号により正確に検出し、かつ光ビームの光軸に対する光ディスクの記録面の傾きを最適な角度に精度良く制御することができる光ディスク装置を提供する。別個のチルトセンサを用いる従来例においてはチルトセンサにおけるチルト角度と光ピックアップ3におけるチルト角度との誤差が問題であったが、光ピックアップ3が入力した反射光に基づいて最適のチルト量を算出する本発明の光ディスク装置においてはそのような誤差はありえない。

【0126】以上、本発明の光ディスク装置は、チルトセンサなどの特別な検出装置を設けることなく、光ディスクの反り量が大きい場合にも、確実に最適チルト量を検出することができるので、非常に高精度で信頼性の高いチルトサーボが実現できる。したがって、本発明の光ディスク装置の構成はDVD-R装置、DVD-RAM装置、DVD-RW装置、CD-R装置、CD-RW装置や光磁気記録装置などの記録及び再生の両方を行う光ディスク記録再生装置、及び再生専用のDVD-ROM装置、CD-ROM装置や再生専用MD装置などの光ディスク再生装置、及び記録のみを行う光ディスク記録装置のいずれの光ディスク装置においても好適であり、いずれの場合も同様の効果を奏することは言うまでもない。

【0127】

【発明の効果】以上、本発明の光ディスク装置は光ディスクの記録面と光ビームの相対傾きであるチルト量を光

量を演算結果として算出する。演算結果判定部637は最適チルト量演算部で算出された演算結果が所定の演算限界値を越えているか否かを判定し、演算結果が演算限界値を越えていた場合には、演算結果と、チルト量とTE信号の振幅値の関係を再計測させる指令とチルト設定信号生成部33に出力する。演算結果が演算限界値を越えていない場合には、演算結果と、演算結果が演算限界値内であるという情報をチルト設定信号生成部33に伝送する。チルト設定信号生成部33は、当該演算結果を最適チルト量として設定する。

## 45

光学ピックアップの再生信号を用いて検出する。光学ピックアップの傾きや対物レンズの傾きを変化させることにより、チルト量を変化させながら再生信号の振幅値やジッタ値を計測し、チルト量と再生信号の振幅値の関係を最小二乗法によって2次関数に近似する。チルト量の変化に対する再生信号の振幅値が最大となるチルト量、またはジッタ値が最小となるチルト量を算出して最適チルト量とする。さらに光ディスクの反り量が極端に大きい場合など再生信号の品位が著しく低下する場合に対応するために、算出された最適チルト量が正しいか否かを判定する手段を設け、正しくないと判定した際には、光ディスクの反り角度に対応した角度範囲でチルト量を再び変化させ、再計測・再演算を行う構成とした。この構成により、チルトセンサなどの特別な検出装置を設けることなく、光ディスクの反り量の大小に関わらず、光ビームの光軸に対する光ディスクの記録面の傾きを正確に検出し、かつ光ビームの光軸に対する光ディスクの記録面の傾きを最適な角度に精度良く制御することが可能となる。よって、小型・薄型でかつ信頼性の高い光ディスク装置を実現することができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1における光ディスク装置の構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の実施例1における光ディスク装置のチルトサーボ回路21の構成を示すブロック図である。

【図3】本発明の実施例1における光ディスク装置の光検出器34の構成を示す図である。

【図4】本発明の実施例1における光ディスク装置の再生信号処理回路19の構成を示すブロック図である。

【図5】本発明の実施例1における光ディスク装置のチルト検出部20の構成を示すブロック図である。

【図6】本発明の実施例1における光ディスク装置の光学ピックアップ3の傾きに対するTE信号振幅の変化を示すグラフである。

【図7】本発明の実施例1における光ディスク装置においてステップ角度を0.2度でチルト量を変化させながら計測したTE信号振幅のプロットと、その計測値に基づいて最小二乗法で2次関数に近似した2次曲線を示すグラフである。

【図8】本発明の実施例1における光ディスク装置においてTE信号振幅が最大となる真の最適チルト量がステップ角度0.2度の約2.75倍であった場合のTE信号振幅のプロットと、その計測値に基づいて最小二乗法で2次関数に近似した2次曲線を示すグラフである。

【図9】本発明の実施例2における光ディスク装置においてTE信号振幅が最大となる真の最適チルト量がステップ角度0.2度の約3.7倍であった場合のTE信号振幅のプロットと、その計測値に基づいて最小二乗法で2次関数に近似した2次曲線を示すグラフである。

【図10】本発明の実施例3における光ディスク装置に

## 46

おいてTE信号振幅が最大となる真の最適チルト量がステップ角度0.2度の約3.7倍であった場合のTE信号振幅のプロットと、その計測値に基づいて最小二乗法で2次関数に近似した2次曲線を示すグラフである。

【図11】本発明の実施例5における光ディスク装置の構成を示すブロック図である。

【図12】本発明の実施例5における光ディスク装置のチルト検出部420の構成を示すブロック図である。

【図13】本発明の実施例5の光ディスク装置の光学ピックアップ3の傾きに対するRF信号振幅の変化を示すグラフである。

【図14】本発明の実施例5における光ディスク装置においてステップ角度を0.2度でチルト量を変化させながら計測したRF信号振幅のプロットと、その計測値に基づいて最小二乗法で2次関数に近似した2次曲線を示すグラフである。

【図15】本発明の実施例5における光ディスク装置においてRF信号振幅が最大となる真の最適チルト量がステップ角度0.2度の約2.75倍であった場合のRF

信号振幅のプロットと、その計測値に基づいて最小二乗法で2次関数に近似した2次曲線を示すグラフである。

【図16】本発明の実施例5における光ディスク装置においてRF信号振幅が最大となる真の最適チルト量がステップ角度0.2度の約3.7倍であった場合のRF信号振幅のプロットと、その計測値に基づいて最小二乗法で2次関数に近似した2次曲線を示すグラフである。

【図17】本発明の実施例6における光ディスク装置の構成を示すブロック図である。

【図18】本発明の実施例6の光ディスク装置のチルト検出部520の構成を示すブロック図である。

【図19】本発明の実施例6の光ディスク装置の光学ピックアップ3の傾きに対するジッタ値の変化を示すグラフである。

【図20】本発明の実施例6における光ディスク装置のステップ角度0.2度でチルト量を変化させながら計測したジッタ電圧値のプロットと、その計測値に基づいて最小二乗法で2次関数に近似した2次曲線を示したグラフである。

【図21】本発明の実施例6における光ディスク装置のジッタ値が最小となる真の最適チルト量がステップ角度0.2度の約2.75倍であった場合の計測したジッタ電圧値のプロットと、その計測値に基づいて最小二乗法で2次関数に近似した2次曲線を示したグラフである。

【図22】本発明の実施例6における光ディスク装置のジッタ値が最小となる真の最適チルト量がステップ角度0.2度の約3.7倍であった場合の計測したジッタ電圧値のプロットと、その計測値に基づいて最小二乗法で2次関数に近似した2次曲線を示したグラフである。

【図23】本発明の実施例7における光ディスク装置の対物レンズ4を傾けるチルトアクチュエータの構成を示す

す図である。

【図24】本発明の実施例7の光ディスク装置の構成を示すブロック図である。

【図25】本発明の実施例7の光ディスク装置のチルトサーボ回路621の構成を示すブロック図ある。

【図26】本発明の実施例1の光ディスク装置のチルト検出部20の動作を示すフローチャートである。

【図27】本発明の実施例5の光ディスク装置のチルト検出部420の動作を示すフローチャートである。

【図28】本発明の実施例6の光ディスク装置のチルト検出部520の動作を示すフローチャートである。

【符号の説明】

- 1 光ディスク
- 2 スピンドルモータ
- 3 光学ピックアップ
- 4 対物レンズ
- 6 フォーカスサーボ回路
- 7 フォーカスアクチュエータ
- 8 マグネット
- 9 フォーカス駆動コイル
- 10 トランкиング駆動コイル
- 11 トランкиングアクチュエータ
- 12 トランкиングサーボ回路

17 ガイド軸

19 再生信号処理回路

20、420、520 チルト検出部

21、621 チルトサーボ回路

23 チルトサーボ信号発生部

24 チルトモータ

25 チルトモータ駆動回路

27 モータギア

28 チルトラック

10 29 チルトカム

30 チルトフォロア

31 ガイド軸固定板31

34 光検出器

33 チルト設定信号生成部

35 TE信号振幅計測部

36、436、536 最適チルト量演算部

37、137、237、337、437、537、63

7 演算結果判定

部438 RF信号振幅計測部

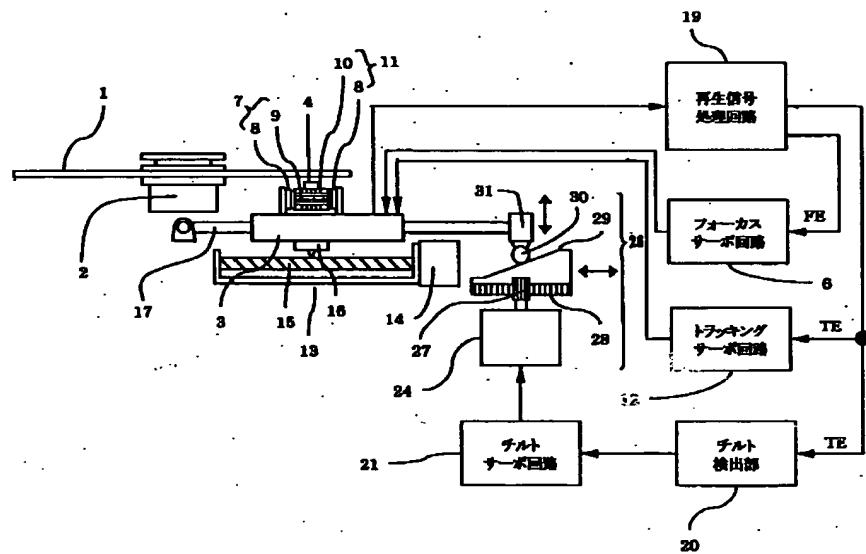
20 539 ジッタ計測部

540 ジッタ信号計測部

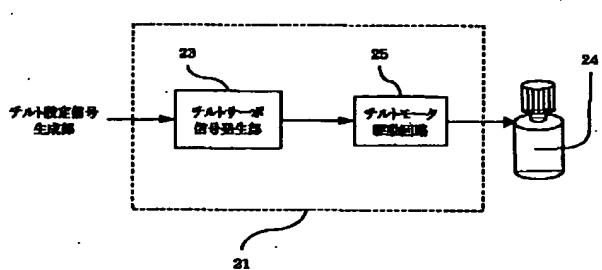
623 チルトサーボ信号発生部

643 チルト駆動回路

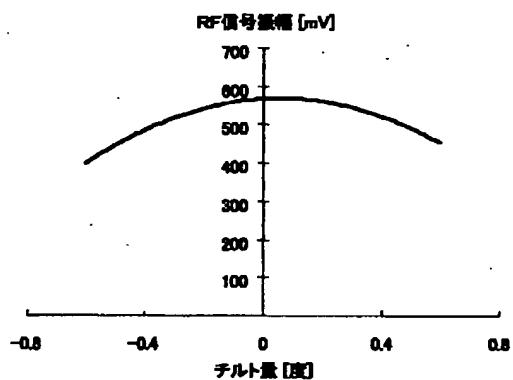
【図1】



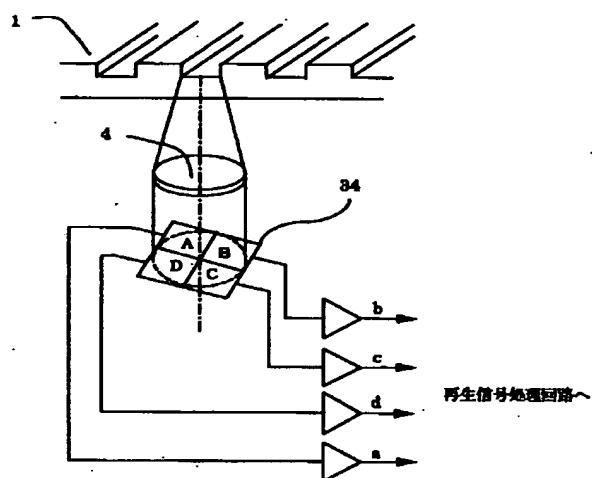
【図2】



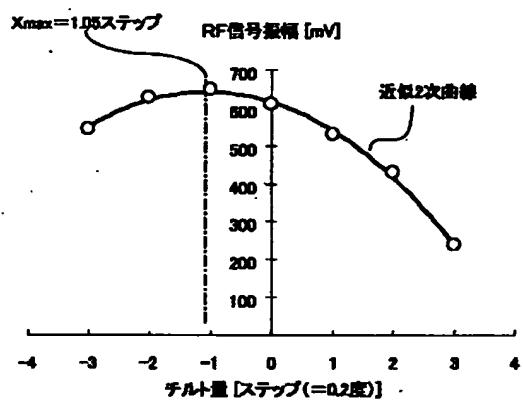
【図13】



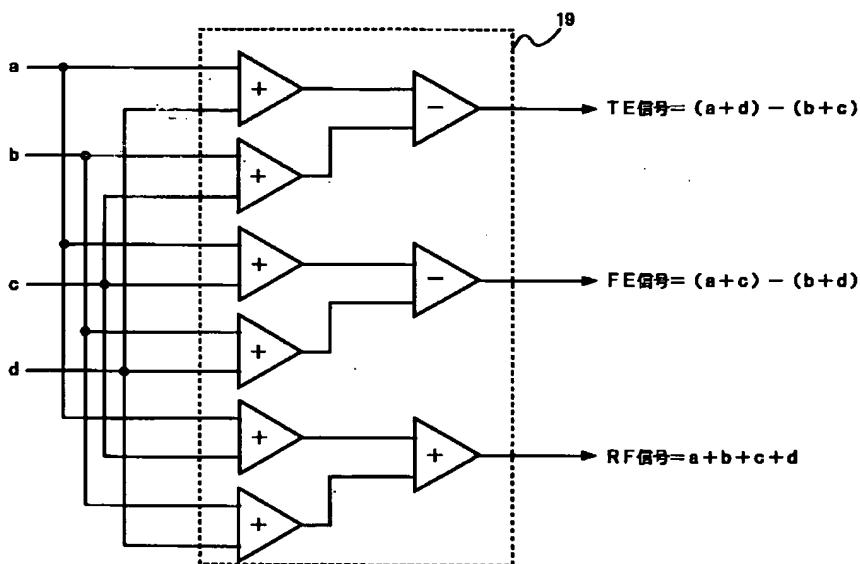
【図3】



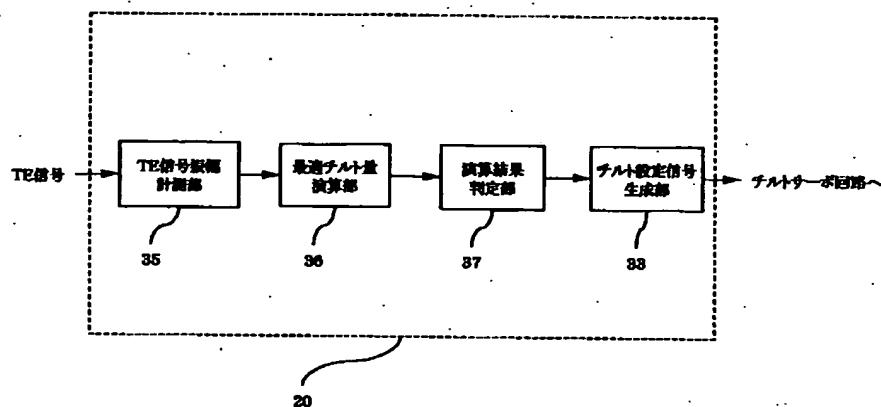
【図14】



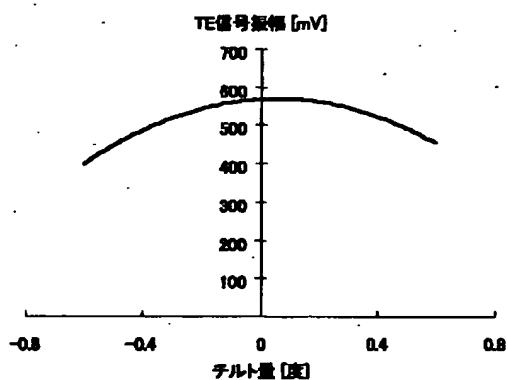
【図4】



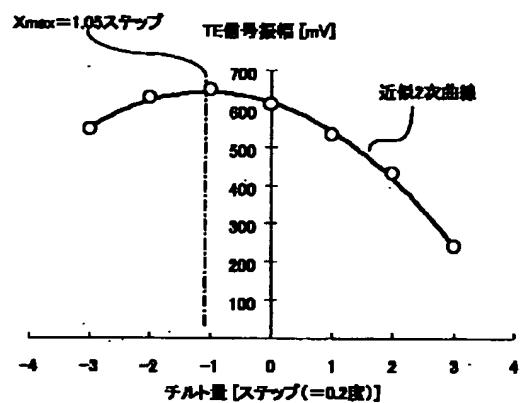
【図5】



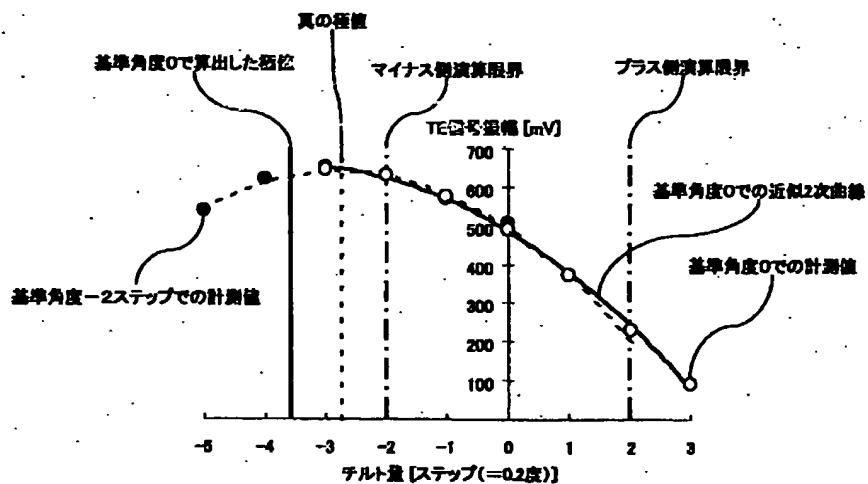
【図6】



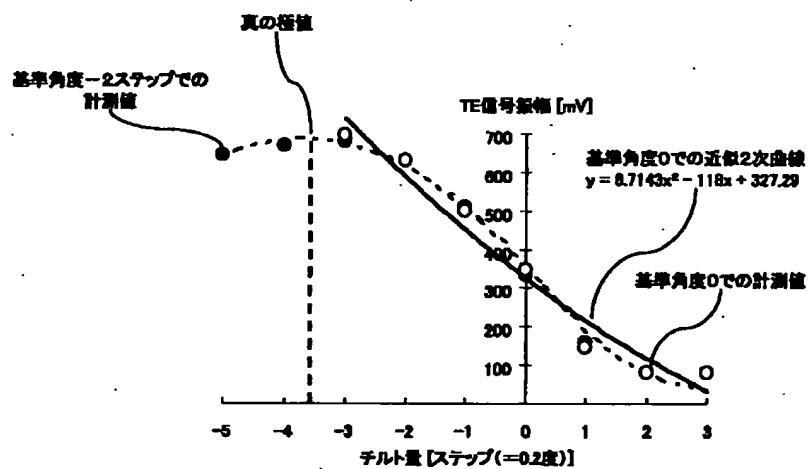
【図7】



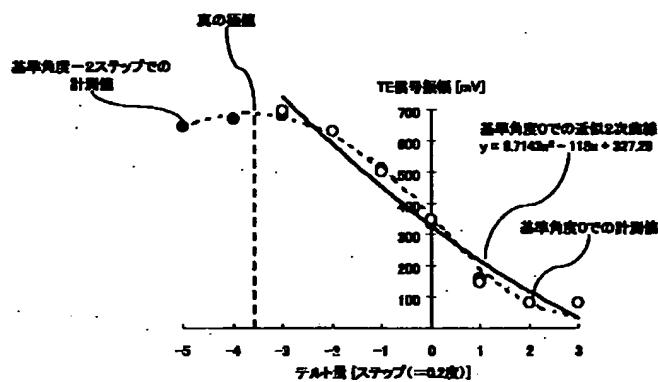
【図8】



【図9】

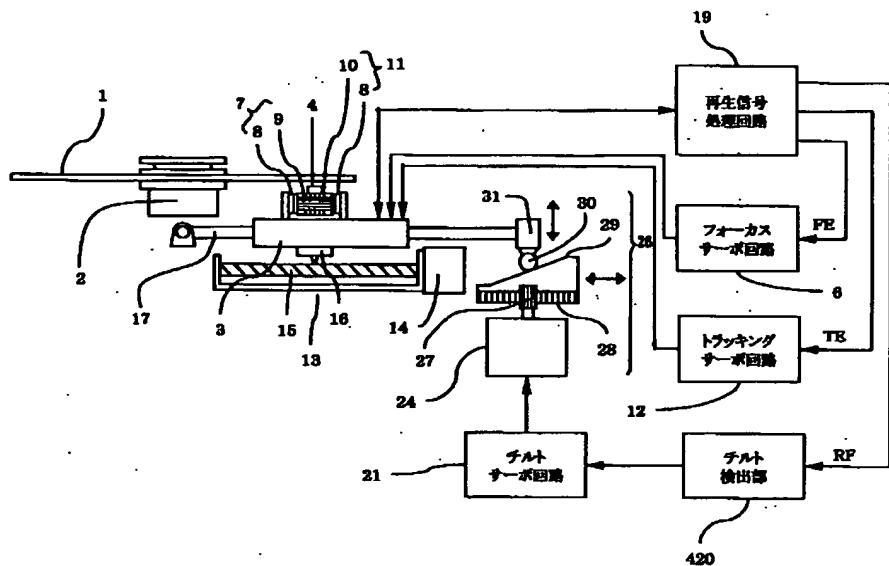


【図10】

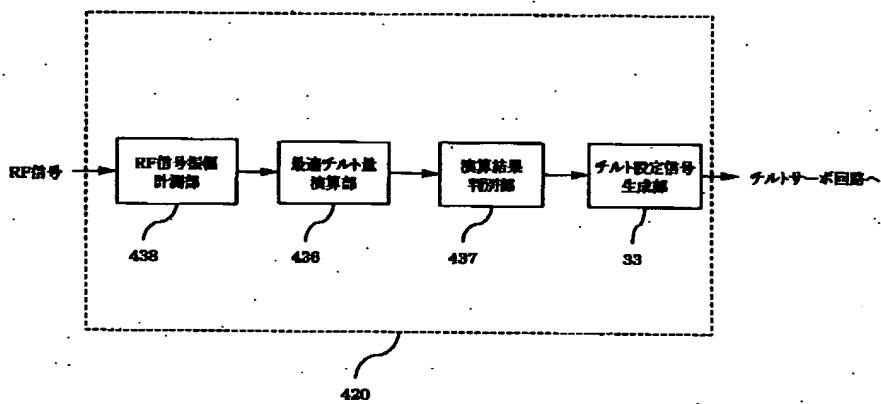


基準角度0ステップ		プラス側3ステップ		マイナス側3ステップ	
ステップ	TE振幅計測値 mV	ステップ	TE振幅計測値 mV	ステップ	TE振幅計測値 mV
0	345	+1	147	-1	500
		+2	60	-2	620
		+3	80	-3	697
		平均値	102	平均値	609

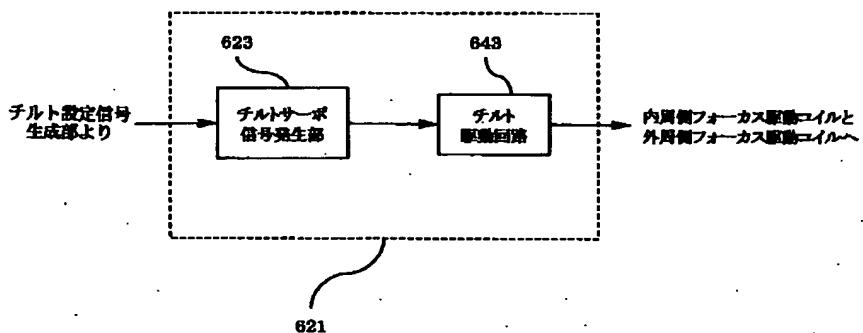
【图11】



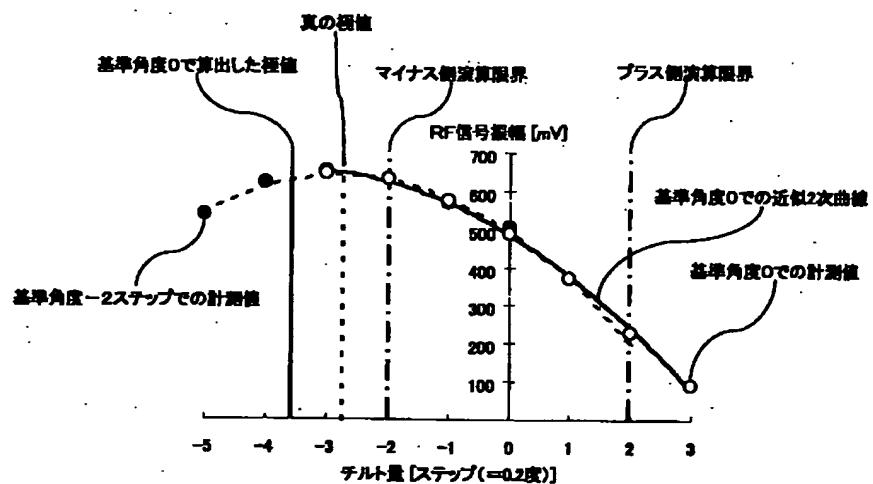
【図12】



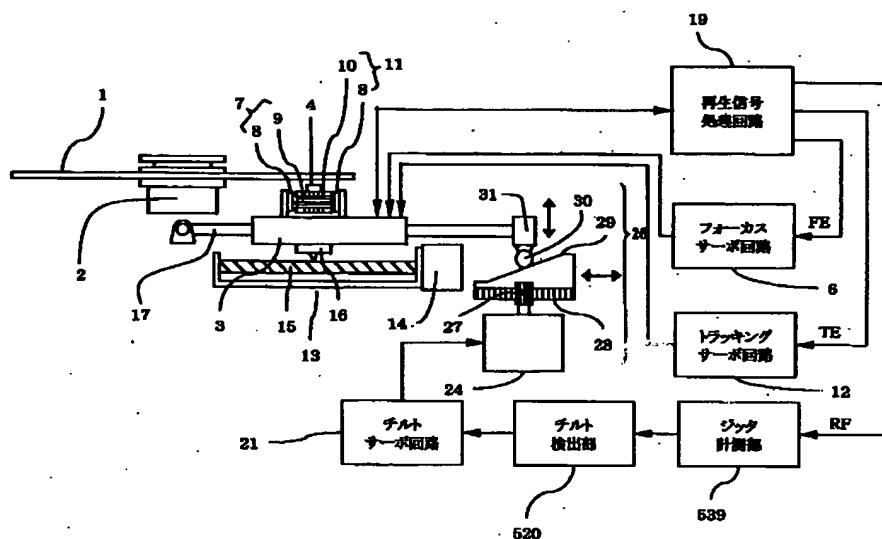
【图25】



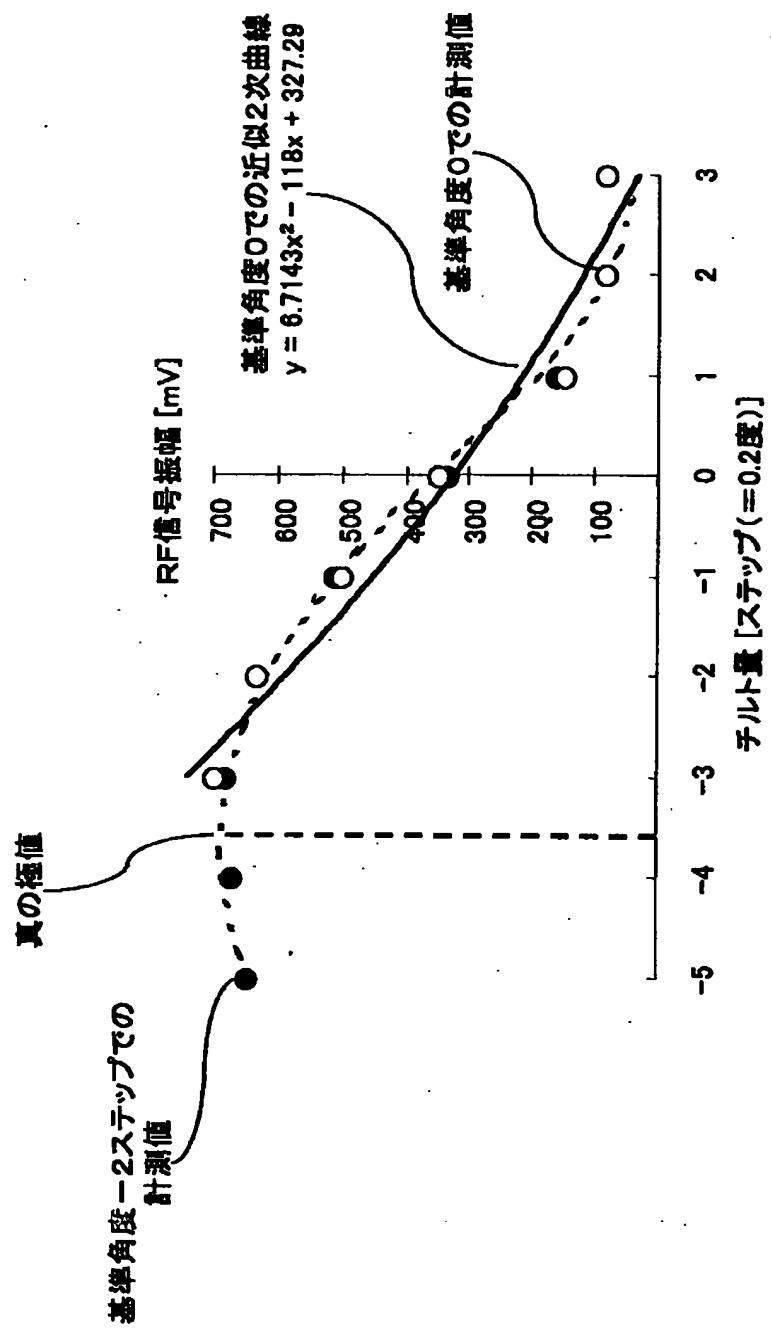
【図15】



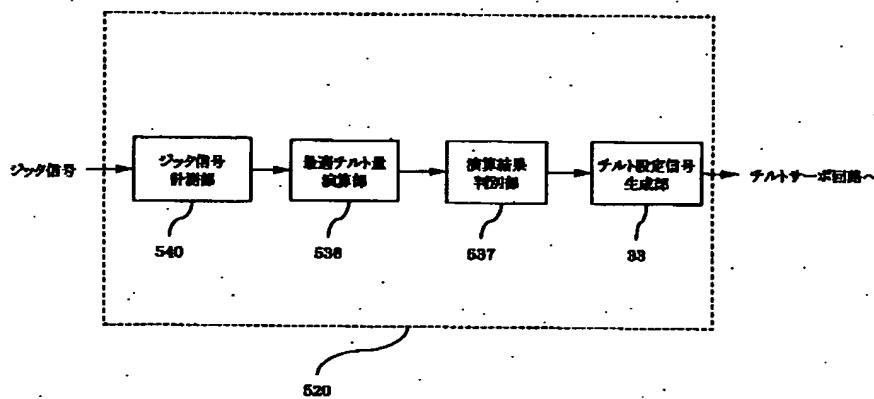
【图17】



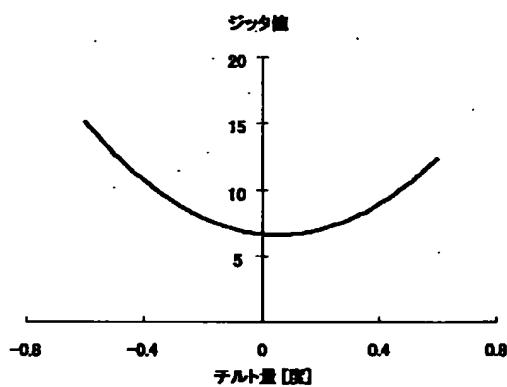
【図16】



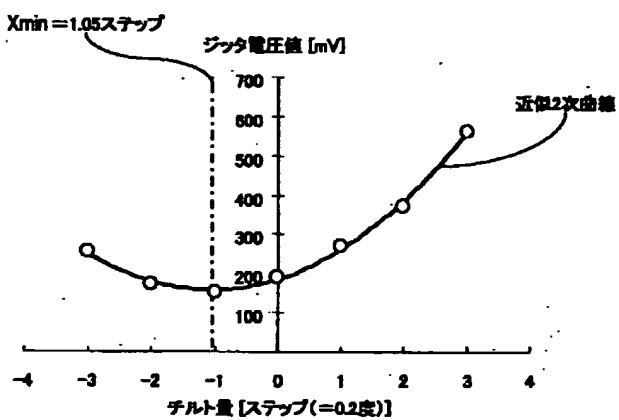
【図18】



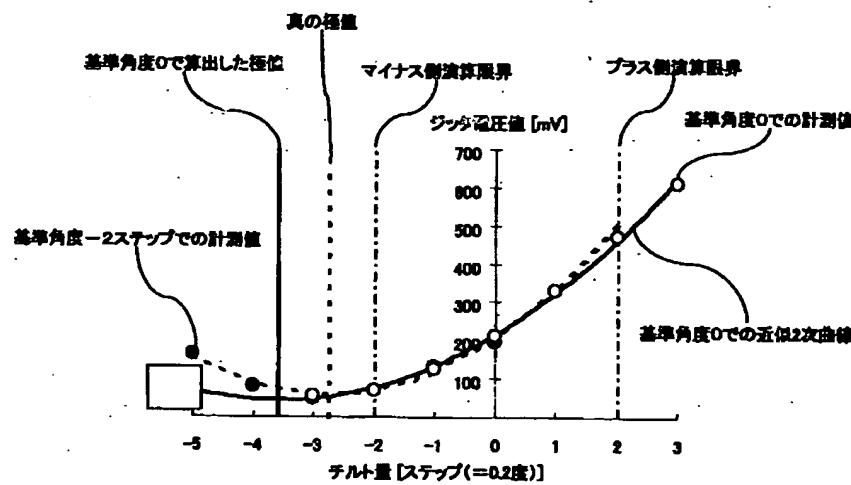
【図19】



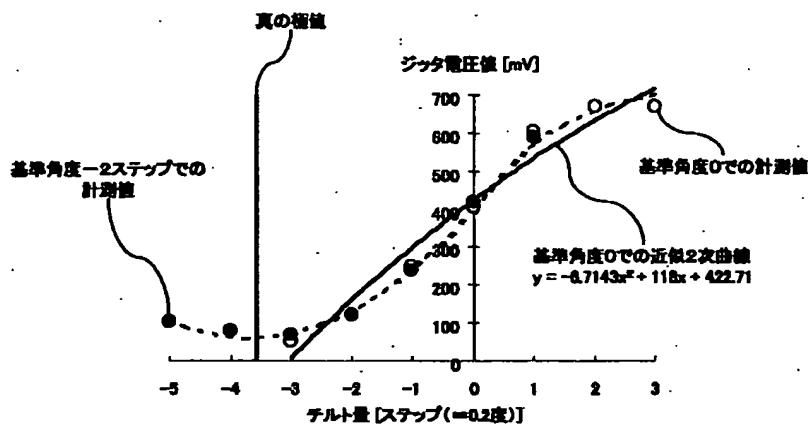
【図20】



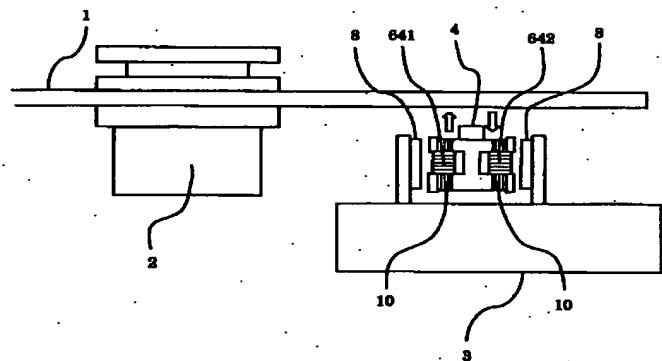
【図21】



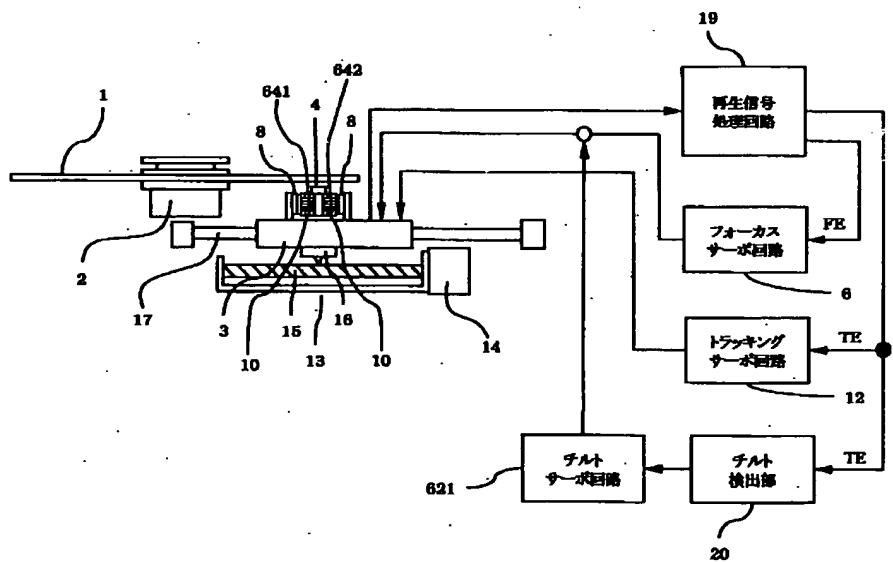
【図22】



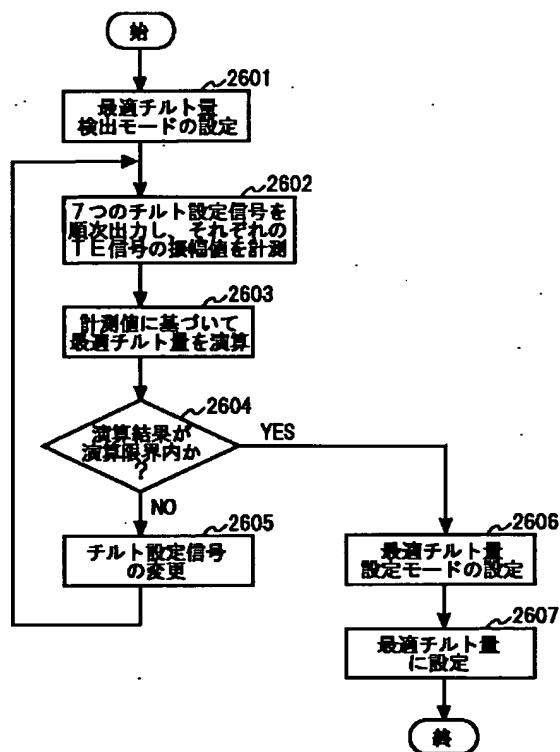
【図23】



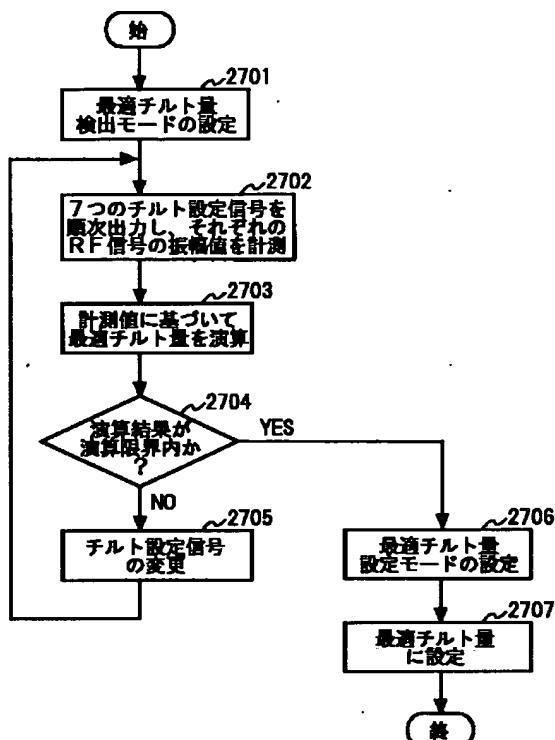
【図24】



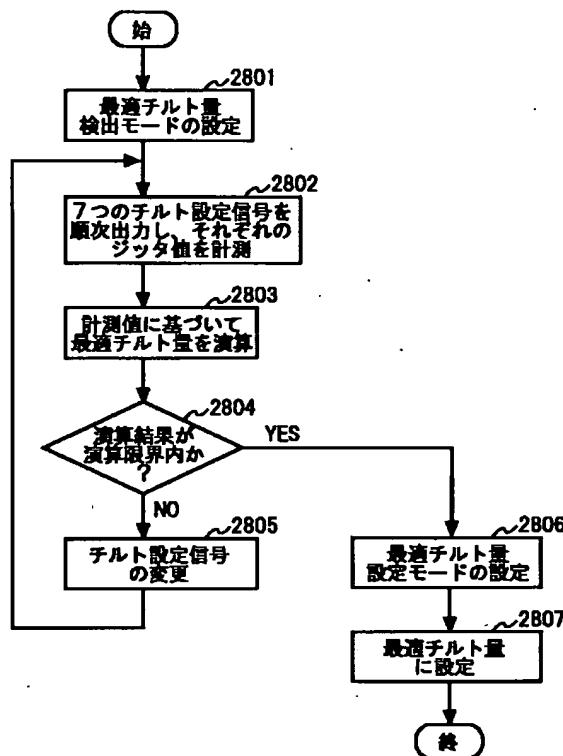
【図26】



【図27】



【図28】



フロントページの続き

(72)発明者 森田 勝己

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

F ターム(参考) 5D118 AA13 BA01 CB03 CC12 CD03

CD04 CF05